

Rec'd PCT/PTO

10 AUG 2005  
(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 6 月 17 日 (17.06.2004)

PCT

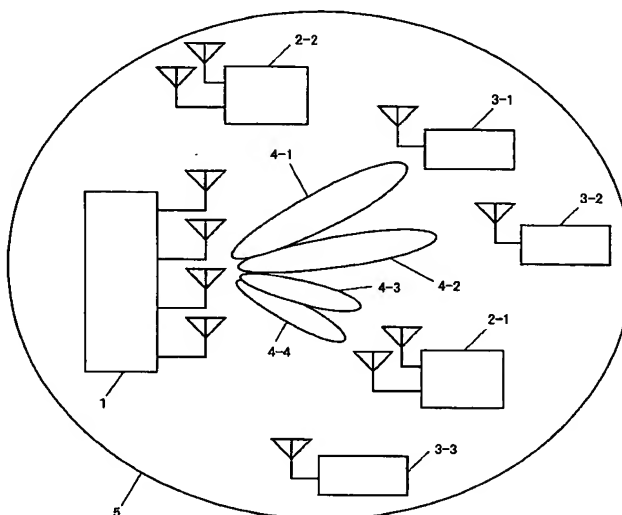
(10) 国際公開番号  
WO 2004/051903 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H04J 15/00, H04B 7/26 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電  
器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUS-  
TRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市  
大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015605
- (22) 国際出願日: 2003 年 12 月 5 日 (05.12.2003) (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岸上 高明  
(KISHIGAMI, Takaaki) [JP/JP]; 〒146-0095 東京都 大  
田区 多摩川 2-1 0-1 0-4 0 2 Tokyo (JP). 中川 洋  
一 (NAKAGAWA, Yoichi) [JP/JP]; 〒144-0056 東京都  
大田区 西六郷 2-1 9-6-2 0 1 Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-354103 2002 年 12 月 5 日 (05.12.2002) JP  
特願2003-401269 2003 年 12 月 1 日 (01.12.2003) JP
- (74) 代理人: 岩橋 文雄, 外 (IWAHASHI, Fumio et al.); 〒  
571-8501 大阪府 門真市 大字門真 1 0 0 6 番地 松下  
電器産業株式会社内 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: RADIO COMMUNICATION SYSTEM, RADIO COMMUNICATION METHOD, AND RADIO COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: 無線通信システム、無線通信方法、及び無線通信装置



(57) Abstract: In the environment of a communication area (5) including a spatial multiplex compatible mobile station (2) for spatial multiplex transmission and a spatial multiplex non-compatible mobile station (3) not compatible with spatial multiplex transmission, a base station (1) having a plurality of antennas and capable of adaptively changing directivity performs allocation of a mobile station which simultaneously performs spatial multiplex transmission (SDM) and spatial multiple access (SDMA) by using a predetermined spatial multiplex transmission evaluation reference and a spatial multi access evaluation reference. By using this radio communication method, it is possible to use the spatial degree of freedom at its maximum and provide a radio communication system having an improved communication capacity.

(57) 要約: 複数のアンテナを備え適応的に指向性を可変できる基地局 (1) が、空間多重伝送に対応した空間多重対応移動局 (2) と、空間多重伝送に未対応の空間多重未対応移動局 (3) とが通信エリア (5) 内に混在した環境下で、所定の空間多重伝送評価基準及び空間多元接続評価基準を用いて、空間多重伝送 (SDM) と空間多元接続 (SDMA) を同時に行う移動

[続葉有]

WO 2004/051903 A1

BEST AVAILABLE COPY



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 無線通信システム、無線通信方法、及び無線通信装置

## 技術分野

- 5 本発明は、空間多元接続及び空間多重伝送を用いる無線通信システムに関し、特に空間多重伝送に対応した移動局と、未対応の移動局が通信エリア内に混在する場合に、伝搬環境やトラフィック状況等に応じて空間多元接続及び空間多重伝送の、同時あるいはどちらか一方の適用可能性を判定し適用する無線通信システム、無線通信方法及びその装置に関する。

10

## 背景技術

- 近年、無線通信の大容量化、高速化への要求が高まりをみせており、有限な周波数資源の有効利用率向上させる方法の研究がさかんであり、その一つの方法として、空間領域を利用する手法が注目を集めている。空間領域利用技術のひとつは、アダプティブアレーアンテナ（適応アンテナ）であり、受信信号に乗算する重み付け係数（以下、「重み」という。）により振幅と位相を調整することにより、所望方向から到来する信号を強く受信し、干渉波方向を抑圧することができ、これによりシステムの通信容量を改善することが可能となる。

- また、空間領域を利用した別な技術として、伝搬路における空間的な直交性を利用することで、同一時刻、同一周波数、同一符号の物理チャネルを用いて異なるデータ系列を、1）異なる移動局に対して伝送する空間多元接続（以下、「SDMA」という。但し、SDMAはSpace Division Multiple Accessの略称である。）技術、2）同一の移動局に対して伝送する空間多重（以下、「SDM」という。但し、SDMはSpace Division Multiplexの略称である。）技術がある。SDMA技術は、特

開2002—261670号公報や文献T. Ohgane et al, "A study on a channel allocation scheme with an adaptive array in SDMA," (IEEE 47th VTC, Page(s): 725 - 729 vol. 2 199

5 7) において情報開示されており、移動局間の空間相関係数が所定値よりも低ければSDMAが可能であり、無線通信システムのスループット、同時ユーザ収容数を改善することができる。

一方、SDM技術は、特表2001—505723号公報や文献G. J. Foschini, "Layered space-time architecture for wireless communication in a fading environment when using multi-element antennas," (Bell Labs Tech. J, pp. 41-59, Autumn 1996) において情報開示されており、  
10 送信機及び受信機共に複数のアンテナ素子を備え、アンテナ間での受信信号の相関性が低い伝搬環境下においてSDM伝送が実現できる。この場合、送信機の備える複数のアンテナから、アンテナ素子毎に同一時刻、同一周波数、同一符号の物理チャネルを用いて異なるデータ系列を送信し、受信機においては受信機の備える複数アンテナでの受信信号から異なるデータ系列を基に分離受信する。これにより、空間多重チャネルを複数用いることで多値変調を用いずに高速化の達成  
15 が可能である。SDM伝送を行う場合、十分なS/N（信号対雑音比）条件下での送受信機間に多数の散乱体が存在する環境下では、送信機と受信機が同数のアンテナを備えた上で、アンテナ数に比例して通信容量の拡大が可能である。

しかしながら、従来のSDM技術において、最大の空間多重数は送信側及び受信側のアンテナ数の少ない方に制限を受けるため、送受信のアンテナ数に偏りがある場合、伝搬環境によっては空間多重を効率的に利用できない場合がある。特  
25

に基地局側では、アンテナ素子数を移動局よりも多く設置することが可能であるため、基地局から移動局へ送信時には、基地局側の空間的な自由度に余力が生じる場合が生じる。また、移動局にSDMに対応させるためには複数のアンテナと、複数の送信系または受信系と、空間多重された信号を分離するための信号処理部  
5 とが必要となり高コスト化する。このため、SDMに対応していない移動局も通信エリア内に混在することが考えられ、空間多重対応した移動局と未対応の移動局との混在下での空間多元接続方法が必要となる。また、SDMAを行う場合、通常、指向性ビームによる空間分割を用いる。その上でさらにSDMを行う場合、ビーム間における空間相関性が高くなるため、一般にはSDMに適さない伝搬条件  
10 件となってしまう。

#### 発明の開示

本発明の無線通信システムは、複数のアンテナを備え適応的に指向性を可変できる基地局と、空間多重伝送に対応した空間多重対応移動局と、空間多重伝送に  
15 未対応の空間多重未対応移動局が通信エリア内に混在した環境下で、所定の空間多重伝送評価基準及び空間多元接続評価基準を用いて、空間多重伝送と空間多元接続を同時に行うことを特徴とする。

また、本発明に係る無線通信システムは、空間多重伝送に対応した空間多重対応移動局と、空間多重伝送に未対応の空間多重未対応移動局と、通信エリア内の  
20 空間多重伝送に割当てられた空間多重対応移動局へ空間多重伝送を行う送信データ系列に対し、前記空間多重伝送を行う伝搬路における直交性を高める重み付け処理を行う部分空間直交化手段と、通信エリア内の空間多元接続に割当てられた空間多元接続移動局に対する送信データ系列と、前記部分空間直交化手段の出力  
25 とに対し、前記空間多重対応移動局や前記空間多元接続移動局への送信ビームが、同時に接続する他の移動局への干渉を低減する前記送信ビームを形成するビーム

形成部と、前記送信ビームを送信する複数のアンテナとを備える基地局とを有する。

また、本発明に係る無線通信システムにおける基地局装置の前記ビーム形成部が行う、干渉を低減する前記送信ビームの形成は、割当てられた空間多元接続移動局に対する前記送信データ系列や、前記部分空間直交化手段の出力から、同時に接続する他の移動局のチャネル推定行列に直交するように前記送信ビームを形成する。

これにより、空間多重伝送と空間多元接続を同時に行い、空間領域を用いた多重化が可能な移動局を選択することができるので、空間多重を効率的に活用できる作用を有する。

本発明に係る無線通信方法は、基地局装置が、空間多重対応移動局及び空間多重未対応移動局に対するチャネル推定行列及び受信品質を基に、空間多重伝送評価基準及び空間多元接続評価基準を算出するステップと、前記基地局装置が前記空間多重伝送評価基準により前記空間多重対応移動局を空間多重伝送に割当て、当該割当てられた空間多重対応移動局へ空間多重伝送を行う送信データ系列に対し、前記空間多重伝送を行う伝搬路における直交性を高める重み付け処理を行うステップと、前記基地局装置が前記空間多元接続評価基準により前記空間多重対応移動局及び空間多重未対応移動局を空間多元接続に割当て、当該割当てられた前記空間多元接続移動局に対する送信データ系列と、前記重み付け処理した空間多重伝送を行う送信データ系列とに対し、前記空間多重対応移動局や前記空間多元接続移動局への送信ビームが、同時に接続する他の移動局への干渉を低減する前記送信ビームを形成し、前記基地局アンテナから送信するステップとを具備する。

また、本発明に係る無線通信方法は、基地局装置がN個のアンテナからアンテナ毎に既知信号を送信するステップと、空間多重対応移動局及び空間多重未対応

移動局が、備える総数M個のアンテナ毎にN個の前記既知信号の受信結果を用いて、 $N \times M$ 個のチャネル推定値からなるチャネル推定行列を測定し、さらに受信品質を測定するステップと、前記空間多重対応移動局及び前記空間多重未対応移動局が、通信回線を介して前記チャネル推定行列及び前記受信品質を前記基地局  
5 装置に伝送するステップとをさらに有し、前記基地局装置の行う、干渉を低減する前記送信ビームの形成が、割当てられた前記空間多元接続移動局に対する送信データ系列と、前記重み付け処理した空間多重伝送を行う送信データ系列とから、同時に接続する他の移動局のチャネル推定行列に直交するように、前記送信ビームを形成することを特徴とする。

- 10 これによって、チャネル推定値及び受信品質情報を基に空間多重伝送と空間多元接続の適用の判定を可能とする。

また、本発明に係る無線通信方法は、既知信号はN個の基地局アンテナから相異なる符号系列を用いてアンテナ毎に時分割多重により送信されることを特徴とし、基地局アンテナ毎のチャネル推定値を移動局で測定できるという作用を有す  
15 る。

また、本発明に係る無線通信方法は、既知信号はN個の基地局アンテナから相異なる符号系列を用いてアンテナ毎に符号分割多重により送信されることを特徴とし、基地局アンテナ毎のチャネル推定値を移動局で測定できるという作用を有する。

- 20 また、本発明に係る無線通信方法は、既知信号はN個の基地局アンテナから相異なる符号系列を用いてアンテナ毎に時分割多重と符号分割多重との組み合わせにより送信されることを特徴とし、基地局アンテナ毎のチャネル推定値を移動局で測定できるという作用を有する。

- また、本発明に係る無線通信方法は、空間多重対応移動局及び空間多重未対応  
25 移動局がM個のアンテナ毎に既知信号を基地局に送信するステップと、前記基地

局が複数N個の基地局アンテナ毎に前記既知信号を受信し、受信した前記既知信号を基にN×M個のチャネル推定値からなるチャネル推定行列を測定し、さらに受信品質を測定するステップと、基地局が前記チャネル推定行列及び前記受信品質を基に空間多重伝送評価基準及び空間多元接続評価基準を算出するステップと、

5 前記基地局が前記空間多重伝送評価基準により前記空間多重対応移動局を空間多重伝送に割当て、当該割当てられた空間多重対応移動局へ空間多重伝送を行う送信データ系列に対し、前記空間多重伝送を行う伝搬路における直交性を高める重み付け処理を行うステップと、前記基地局が前記空間多元接続評価基準により前記空間多重対応移動局及び空間多重未対応移動局を空間多元接続に割当て、当該

10 割当てられた前記空間多元接続移動局に対する送信データ系列と、前記重み付け処理した空間多重伝送を行う送信データ系列とに対し、前記空間多重対応移動局や前記空間多元接続移動局への送信ビームが、同時に接続する他の移動局への干渉を低減する前記送信ビームを形成し、前記基地局アンテナから送信するステップとを具備する。これによって、チャネル推定値及び受信品質情報を基に空間多

15 重伝送と空間多元接続の適用の判定を可能とする。

また、本発明に係る無線通信方法における基地局が行う、干渉を低減する前記送信ビームの形成は、割当てられた前記空間多元接続移動局に対する送信データ系列と、前記重み付け処理した空間多重伝送を行う送信データ系列とから、同時に接続する他の移動局のチャネル推定行列に直交するように、前記送信ビームを

20 形成することを特徴とする。

また、本発明に係る無線通信方法は、受信品質として、受信信号電力対雑音電力比、受信信号電力対干渉電力比、及び受信電力のいずれかを用いる。これによって、移動局における受信品質を把握することができるという作用を有する。

また、本発明に係る無線通信方法は、受信品質として、受信信号電力対雑音電力比、及び移動局の移動速度とフェージング周波数推定値とのいずれか一方を用

25



いることを特徴とし、移動局の移動状況に応じて空間多重伝送と空間多元接続の適用の判定を可能とする。

また、本発明に係る無線通信方法は、空間多重伝送評価基準を算出するステップは、所定の受信品質を満たす空間多重対応移動局を選択するステップと、選択された前記空間多重対応移動局の内、前記空間多重対応移動局での異なるアンテナ間で得られるN個のチャネル推定値間の空間相関係数を基に空間多重伝送数を決定するステップからなることを特徴とし、移動局における伝搬環境に応じて空間多重伝送と空間多元接続の適用の判定を可能とする。

また、本発明に係る無線通信方法は、基地局は空間多元接続された空間多重対応移動局または空間多重未対応移動局への送信ビームで送信するデータ系列には予め既知である既知信号を埋め込み、空間多元接続された空間多重対応移動局は、既知信号を基にチャネル推定値を算出し、前記チャネル推定値を基に空間多重伝送された信号を分離受信することを特徴とし、移動局において空間多重伝送された複数の空間多重伝送された信号を分離受信するという作用を有する。

また、本発明に係る無線通信方法は、空間多元接続評価基準を算出するステップは、所定のスケジューリング手段により移動局を優先的に割当てするステップと、前記優先割当てされた移動局以外から所定の受信品質を満たす空間多重対応移動局または空間多重未対応移動局を選択するステップと、選択された前記空間多重対応移動局または前記空間多重未対応移動局の内、前記優先割当てされた移動局におけるアンテナで得られたチャネル推定行列との空間相関係数が最小となるアンテナを備えた移動局を選択するステップからなることを特徴とし、所定の通信品質で空間多元接続が可能な移動局を選択できるという作用を有する。

また、本発明に係る無線通信方法は、空間多元接続あるいは空間多重伝送する前記送信ビームを、所定の通信品質となるように電力制御する。これにより、所定の品質で基地局と移動局間の通信ができるという作用を有する。

また、本発明に係る無線通信方法は、前記基地局装置からの前記空間多重未対応移動局に対する通信品質を、前記基地局装置からの前記空間多重対応移動局に対する通信品質よりも高く設定する電力制御を行うことを特徴とする。これにより、干渉除去性能が低い空間多重未対応移動局の受信品質を優先的に高めることでそれを補うことができるという作用を有する。

また、本発明に係る無線通信方法は、前記空間多元接続評価基準は、呼損が所定値よりも大きい場合、前記空間多重未対応移動局同士間の多元接続を優先することを特徴とする。これにより、空間多元接続を優先することで同時接続できる移動局数を増加させることができ、呼損が抑えられるという作用を有する。

10 本発明に係る基地局装置は、通信エリア内の空間多重伝送に割当てられた空間多重対応移動局へ空間多重伝送を行う送信データ系列に対し、前記空間多重伝送を行う伝搬路における直交性を高める重み付け処理を行う部分空間直交化手段と、通信エリア内の空間多元接続に割当てられた空間多元接続移動局に対する送信データ系列と、前記部分空間直交化手段の出力とに対し、移動局への送信ビームが、  
15 同時に接続する他の移動局への干渉を低減する前記送信ビームを形成するビーム形成部と、前記送信ビームを送信する複数のアンテナとを有する。

また、本発明に係る基地局装置は、前記ビーム形成部が行う、干渉を低減する前記送信ビームの形成は、割当てられた空間多元接続移動局に対する前記送信データ系列や、前記部分空間直交化手段の出力から、同時に接続する他の移動局の  
20 チャンネル推定行列に直交するように前記送信ビームを形成することを特徴とする。これによって、空間多重伝送と空間多元接続を同時に適用できる送信ビームを形成できるという作用を有する。

また、本発明に係る基地局装置のビーム形成部における重み付け処理は、空間多重対応移動局と空間多重未対応移動局が同時に空間多元接続割当てされた場合、  
25 空間多重未対応移動局に対しては最大比合成ビームを空間多重未対応移動局への

送信ビームとし、空間多重対応移動局への送信ビームは、同時に接続する他の空間多重未対応移動局及び空間多重対応移動局への干渉を低減するビームを形成することを特徴とするこれによって、空間的な干渉除去能力を持たない空間多重未対応移動局の受信品質を、空間多元接続される空間多重移動局よりも、優先的に

5 高めた送信が可能となる。

また、本発明に係る基地局装置の前記ビーム形成部が行う、干渉を低減する前記送信ビームの形成は、同時に接続する他の前記空間多重未対応移動局及び空間多重対応移動局のチャネル推定行列に直交する前記送信ビームを形成することを特徴とする。

10 また、本発明に係る基地局装置は、空間多重対応移動局への送信データ系列に時空間符号化処理を行う時空間符号化手段をさらに有し、この時空間符号化された送信データ系列が部分空間直交化手段へ出力されることを特徴とする。これによって、伝送レートは低減するが、送信ダイバーシチ効果を加えた誤り訂正能力が付加されたことにより受信品質の改善が得られる。

15 また、本発明に係る基地局装置は、所定の空間多重伝送評価基準及び空間多元接続評価基準を用いて、空間多元接続移動局と、空間多重対応移動局とを割当てる判定部をさらに有する。これによって、空間多元接続と、空間多重伝送の適用の判定が可能になる。

また、本発明に係る基地局装置は、前記空間多重伝送評価基準及び前記空間多元接続評価基準は、通信エリア内の移動局から受信するチャネル推定値および受信品質を基に算出されることを特徴とする。これによって、チャネル推定値および受信品質を基に、空間多元接続と、空間多重伝送の適用の判定が可能になる。

20

また、本発明に係る基地局装置は、前記空間多元接続移動局が空間多重対応移動局と空間多重未対応移動局との両方を含む場合、前記空間多重未対応移動局に

25 対するチャネル推定行列の複素共役転置したものを用いて前記空間多重未対応移

動局への送信ビームを形成し、前記空間多重対応移動局へは、同時に接続する他の前記空間多元接続移動局のチャネル推定行列に対し直交するように送信ビームを形成することを特徴とする。これによって、空間多重未対応移動局は、基地局の複数アンテナからの複数の送信信号が最大比合成された受信信号を得ることが可能になる。

以上のように本発明によれば、複数のアンテナを備えた基地局を有する無線通信システムにおいて、特定の移動局との空間多重伝送とともに、別な移動局に対しての空間多元接続が可能な無線通信システムを提供することで、基地局における空間的な自由度を効率的に利用し、無線通信システムの通信容量を改善する。

また、通信エリア内のトラフィック状況等に応じて、空間多重方法（SDM、SDMA）を適応的に変化させる制御方法を提供することで、SDMまたはSDMAによる空間多重技術、及びユーザダイバーシチ効果を有効に活用し、無線通信システムの通信容量を改善する。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施例1における無線通信システムの構成を示す図である。

図2は、本発明の実施例1における基地局及び移動局の構成を示す図である。

図3Aは、本発明の実施例1における基地局の移動局割当て処理手順を示すフローチャートである。

図3Bは、本発明の実施例1における移動局側の割当て処理手順を示すフローチャートである。

図4Aは、本発明の実施例1におけるアンテナ個別パイロット信号の時分割送信でのフレーム構成を示す図である。

図4Bは、本発明の実施例1におけるアンテナ個別パイロット信号の符号分割送信でのフレーム構成を示す図である。

図 4 C は、本発明の実施例 1 おけるアンテナ個別パイロット信号の時間・符号分割送信でのフレーム構成を示す図である。

図 5 A は、本発明の実施例 1 おける空間多重チャネル個別パイロット信号の時分割送信でのフレーム構成を示す図である。

5 図 5 B は、本発明の実施例 1 おける空間多重チャネル個別パイロット信号の符号分割送信でのフレーム構成を示す図である。

図 6 は、本発明の実施例 2 おける基地局の構成を示す図である。

図 7 は、本発明の実施例 3 おける基地局と移動局の構成を示す図である。

図 8 は、本発明の実施例 3 おける基地局の別な構成を示す図である。

10

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例について、図 1 から図 8 を用いて説明する。

(実施例 1)

図 1 は、本発明の実施例 1 に係る無線通信システムの概略を示す図である。以下、基地局から移動局に向けての送信（以下、「ダウンリンク」という。）における空間多重を用いた通信方法について説明を行う。

図 1 において、基地局 1 は複数のアンテナ素子を備え適応的にアンテナ指向性を可変できるものであり、SDM 対応移動局 2—1～2 は空間多重に対応した複数の移動局であり、SDM 未対応移動局 3—1～3 は SDM 伝送に未対応である  
20 複数の移動局であり、送信ビーム 4—1～4 は基地局 1 からの通信を行う移動局に対する複数のビームであり、通信エリア 5 は基地局 1 が SDM 対応移動局 2 や SDM 未対応移動局 3 と通信可能なエリアである。なお、SDM 対応移動局 2 の数及び SDM 未対応移動局 3 の数はこれに限定されるものではない。

本発明の無線通信システムは、通信エリア 5 内に、通信可能な複数の SDM 対応移動局 2 及び SDM 未対応移動局 3 が混在しているときに、異なる移動局間に  
25

対して空間多元接続と、同一の移動局に対する空間多重とのどちらか一方、あるいは同時に行うことが可能である。そして、空間多重度の効率的利用を可能とする。なお、以下ではSDM対応移動局2またはSDM未対応移動局3を含めてナンバリングしたものを移動局 $MS_m$ と表現する。なお、 $m$ は通信エリア5内における移動局数 $N_{ms}$ 以下の自然数をとる。基地局1は、多数のSDM対応移動局2及びSDM未対応移動局3から、SDM、SDMAの同時またはどちらか一方が可能かを判定し、基地局アンテナから複数の送信ビーム4を形成する。これにより、基地局1は、可能と判定された空間多重化、空間多元接続を実現する。

図2は本実施例における無線通信システムの基地局BS及び移動局MSの詳細な構成を示している。なお、図2では、個別ユーザ送信データ系列211が2つの空間多重チャネル(SCH1、SCH2)を用いてSDM対応移動局 $MS_1$ に伝送し、個別ユーザ送信データ系列212が1つの空間多重チャネル(SCH3)を用いて、SDM未対応移動局 $MS_2$ に伝送する場合を示しているが、これに限定されることはない。

図2の基地局BSにおいて、空間多重伝送評価基準算出手段201は空間多重伝送に適するかを判定するための評価基準を算出するものであり、空間多元接続評価基準算出手段202は空間多元接続に適するかを判定するための評価基準を算出するものであり、判定手段203はそれらの評価基準値を用いて、SDM、SDMAを行う移動局の割り当てを判定する。また、ウエイト生成手段204は判定手段203の出力に基づき、伝搬路に適した指向性形成のためのウエイトを生成するものであり、多元接続制御手段205は判定手段203の出力に基づき所望の移動局のための送信データ系列の出力制御を行なうものである。ここでは、一例として移動局 $MS_1$ への送信データ系列211、移動局 $MS_2$ への送信データ系列212の出力制御が行われる。空間多重伝送制御手段16は判定手段203の出力に基づき、所望の移動局に対する空間多重伝送のための制御を行う。こ

では、一例として、SDM対応移動局MS<sub>1</sub>への送信データ系列211に対し、空間多重のための制御が行われる。また、空間多重伝送制御手段206は、1つの送信データ系列に対し、空間多重数に応じた複数の送信データ系列を生成させる直並列変換手段209と、直並列変換された送信データ系列（図では2つの空間多重チャンネル（SCH1、SCH2）の場合を示す。）を空間的に直交させて送信するための部分空間直交化手段210とからなる。

また、ビーム形成部207は各空間多重チャンネルSCH1～SCH3に対しそれぞれ送信ウエイト $W_1 \sim W_3$ を乗算するものであり、基地局アンテナ208は複数 $N_t$ 個（ただし、 $N_t > 1$ ）のアンテナ素子からなる。なお、送信ウエイト $W_j$ はアンテナ素子数 $N_t$ 個の要素（複素数値）を持つ列ベクトルからなる。

次に、SDM対応移動局MS<sub>1</sub>の構成について説明する。

アンテナ221は基地局BSから送信された高周波信号を受信する移動局MS<sub>1</sub>に備えられた複数 $N_s^{(1)}$ 個のものであり、受信部222は高周波信号をベースバンド信号に変換するものであり、空間多重分離手段223はベースバンド信号から空間多重された信号を分離受信するものであり、データ混合手段224は分離受信された信号を混合し送信された元のデータ系列に復元するものであり、受信データ系列225はデータ混合手段224から出力される。

次に、SDM未対応移動局MS<sub>2</sub>の構成について説明する。

移動局アンテナ231は基地局BSから送信された高周波信号を受信する移動局MS<sub>2</sub>に備えられたものであり、受信部232は高周波信号からMS<sub>2</sub>の受信データ系列233を出力する。

以下、本実施例における基地局1と移動局MS<sub>m</sub>との通信の動作を説明する。

図3は、基地局1及び移動局MS<sub>m</sub>の通信割り当てのための処理手順を示すフローチャートである。フレーム同期及びシンボル同期確立後に、 $N_t$ 個のアンテナ素子及び送信系を備える基地局1は、まず、それぞれの送信系から所定シンボル

数 $N_p$ からなる既知信号系列（以下、「アンテナ個別パイロット信号 $AP_k(t)$ 」  
という。）を送信する（ステップS301）。ただし、 $k$ は基地局1における送  
信系の番号であり、 $k=1, 2, \dots, N_t$ 。また、 $t=1, \dots, N_p$ 。  
なお、基地局1のアンテナ素子数 $N_t$ が十分多い場合、あるいはSDMにおける  
5 空間多重数が基地局1のアンテナ素子数 $N_t$ よりも小さく制限されている場合、  
 $N_t$ 個のすべての送信系を用いる必要はなく、一部のみを用いて、アンテナ個別  
パイロット信号を送信しても良い。

ここで、図4（a）～（c）は、アンテナ個別パイロット信号の送信タイミン  
グ（フレーム構成）を示す図である。図4（a）は、アンテナ毎にアンテナ個別パ  
イロット信号である既知信号系列A（401）の送信タイミングをずらし、時分  
10 割で送信することを示している。なお、アンテナ個別パイロット信号は同一のパ  
ターン、またはPN信号等による互いに直交する符号系列を用いることを示して  
いる。図4（b）は、異なるアンテナから互いに直交する既知符号系列 $B_k$ （4  
02）を用いて、符号分割多重で送信することを示している。図4（C）は時分  
15 割送信と符号分割送信を組み合わせた方式を示す。すなわち、あるアンテナの組  
み合わせでは、同一時刻の時分割スロットを共有し、それぞれのアンテナ個別パ  
イロット信号A1（403）、A2（404）は互いに直交する符号系列を用い  
て、符号分割多重で送信する。これにより基地局1におけるアンテナ数が多い場  
合の時分割送信のオーバーヘッドを低減でき、また符号分割多重時の伝搬路におけ  
20 る直交性の低減を緩和することができる。

一方、通信エリア5内に存在する移動局 $MS_m$ は、基地局アンテナ毎に伝送さ  
れるアンテナ個別パイロット信号 $AP_k(t)$ を分離受信し、チャネル推定値を  
算出する（ステップS321）。さらには受信品質を測定する（ステップS32  
2）。

25 以下、これらステップS321とステップS322の動作を説明する。通信エ



リア 5 内に存在する第  $m$  番目の移動局  $MS_m$  は、 $N_s(m)$  個のアンテナと、 $N_s(m)$  個の受信系を備えており、最大  $N_s(m)$  個の空間多重チャネルを  $SDM$  受信可能とする。なお、 $m$  は通信エリア 5 内における移動局数  $N_{ms}$  以下の自然数である。ここで、 $SDM$  未対応移動局 3 は、 $N_s(m) = 1$  となり、 $SDM$  対応移動局 2 は  $N_s(m) > 1$  となる。移動局  $MS_m$  は、第  $k$  番目のアンテナ個別パイロット信号  $AP_k(t)$  を、第  $j$  番目のアンテナ及び受信系で受信した結果である  $r_{j,k}^{(m)}(t)$  (ただし、 $j = 1, \dots, N_s(m)$ ) に対し、移動局  $MS_m$  の内部で生成した  $AP_k(t)$  との相関演算を行い、(式 1) に示すような伝搬路のチャネル推定値  $h^m(j, k)$  を算出する。なお、 $*$  は複素共役を行う演算子である。なお、この相関演算は複数回にわたるアンテナ個別パイロット信号  $AP_k(t)$  の受信結果を保存し、平均化処理を行ってもよい。その場合は、移動局の移動速度が十分小さければ、雑音の影響を低減でき、チャネル推定品質を高めることが可能となる。最終的に、第  $m$  番目の移動局  $MS_m$  によるチャネル推定値は合計 (アンテナ個別パイロット信号数  $N_t$ )  $\times$  (移動局のアンテナ数  $N_s(m)$ ) 個算出される。

$$h^m(j, k) = \sum_{t=1}^{N_p} AP_k^*(t) r_{j,k}^{(m)}(t) \quad (1)$$

続いて、アンテナ個別パイロット信号毎、移動局のアンテナ毎の受信品質  $P^m(j, k)$  を算出する。受信品質は受信信号電力、 $SIR$  (信号電力対干渉電力比)、 $SNR$  (信号電力対雑音電力比) 等の適用が可能であり、以下では  $SNR$  を用いた場合の例を示す。アンテナ個別パイロット信号  $AP_k(t)$  を用いて  $SNR$  を評価する場合、信号電力を  $S^m(j, k) = |h^m(j, k)|^2 / N_p$  とし、(式 2) で示す雑音電力  $N^m(j, k)$  を用いて受信品質  $P^m(j, k)$ 、すなわち  $SNR$  評価 ( $= S^m(j, k) / N^m(j, k)$ ) が可能である。

$$N^m(j, k) = \frac{1}{N_p} \sum_{t=1}^{N_p} |r_{j,k}^{(m)}(t) - S^m(j, k)|^2 \quad (2)$$

以上がステップS 3 2 1とステップS 3 2 2の動作である。

次に、移動局MS<sub>m</sub>は算出されたチャネル推定値 $h^m(j, k)$ 及び受信品質 $P^m(j, k)$ を、通信チャネルを介し基地局1へフィードバックする(ステップS 3 2 3)。なお、受信品質に関しては、(アンテナ個別パイロット信号数 $N_t$ ) × (移動局のアンテナ数 $N_s(m)$ )個の全てをフィードバックする代わりに、  
5 フィードバック情報の削減のため、(式3)で示される $P_s(m)$ を基地局アンテナ数 $N_t$ 、及び移動局アンテナ数 $N_s(m)$ にわたり平均化したものを、通信チャネルを介し基地局1へフィードバックすることも可能である。

以下では受信品質として $P_s(m)$ を伝送する方式について説明する。なお、  
10 こでは、(式3)に示すように受信品質 $P^m(j, k)$ の平均値を算出しているが、中央値あるいは最大値等を用いてもよい。また、さらなるフィードバック情報量の削減のため、チャネル推定値 $h^m(j, k)$ 及び受信品質 $P^m(j, k)$ を所定間隔で量子化したテーブルを基地局、移動局側で共有し、そのテーブル番号を受け渡すようにしてもよい。

$$15 \quad P_s(m) = \frac{1}{N_t N_s(m)} \sum_{k=1}^{N_t} \sum_{j=1}^{N_s(m)} P^m(j, k) \quad (3)$$

一方、基地局1において、空間多重伝送評価基準算出手段201及び空間多元  
接続評価基準算出手段202が、チャネル推定値 $h^m(j, k)$ 及び受信品質情報 $P_s(m)$  213に関するフィードバック情報を受信したか否かをチェックし  
(ステップS 3 0 2)、受信している場合、判定手段203がそれらから算出し  
20 た出力結果を基に優先割当移動局を決定する(ステップS 3 0 3)。この移動局を優先的に割当てするスケジューリング方法としては、SIRに基づくパケットスケジューリングである、Maximum CIR法やProportional Fairness法等があり、文献A. Jalali et al, "Data Throughput of CDMA-HDR a High Efficiency-High Data Rate Personal Communication Wireless System," IEEE VTC2000-Spring, pp.  
25 1854-1858において情報開示されている。ここでは、第A番目の移動局MS<sub>A</sub>が優

先割り当てされ、移動局個別（ユーザ個別）の通信を開始するものとする。

次に、基地局 1 の判定手段 203 は、優先割当された移動局  $MS_A$  が SDM 伝送可能かどうかを空間多重伝送評価基準算出手段 201 で算出した評価値を基に判定する（ステップ S304）。判定手段 203 は、SDM 未対応移動局 3 であるならば、SDMA 可能な移動局を探索する（ステップ S306）。

一方、SDM 対応移動局 2 ならばフィードバックされた伝搬路のチャネル推定値  $h^A(j, k)$  を用いて、SDM 対応処理を行い（ステップ S305）、続いて SDMA 可能な移動局を探索する（ステップ S306）。ただし、 $k = 1, \dots, N_t$  であり、 $j = 1, \dots, N_s(A)$  である。判定の結果、 $N_c$  個の空間多重チャネル数が使用されるものとする。ただし、 $1 \leq N_c < N_s(A)$  を満たす自然数である。ここで、SDM 対応処理は、移動局  $MS_A$  に関するチャネル推定値  $h^A(j, k)$  を（式 4）のように行列表記し、 $H(A)$  を特異値分解することで得られる  $N_s(A)$  個の特異値  $\lambda_j$  を算出し、所定値を超える特異値の数により空間多重チャネル数を判定することが可能である。ここで、 $j = 1, \dots, N_s(A)$  である。また、別な方法としては  $H(A)$  の  $(N_s(A) - 1)$  個の行ベクトル間の相関係数（以下、空間相関係数）を算出し、所定値以下となる個数を空間多重チャネル数としても良い。

$$H(A) = \begin{bmatrix} h^A(1,1) & h^A(1,2) & \dots & h^A(1,N_t) \\ h^A(2,1) & h^A(2,2) & \dots & h^A(2,N_t) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h^A(N_s(A),1) & h^A(N_s(A),2) & \dots & h^A(N_s(A),N_t) \end{bmatrix} \quad (4)$$

また、SDMA 可能な移動局の探索（ステップ S306）は、基地局 1 にフィードバックされたチャネル推定値あるいは受信品質情報を基に行う。まず、第 A 番目の移動局  $MS_A$  の受信品質情報  $P_s(A)$  を除く、受信品質情報  $P_s(m)$  を用いて、所定レベルを超える品質の移動局を第 1 段階目を選択する。所定レベルの設定として、所定のマージン値  $C$  を用いた  $P_s(m) > P_s(A) + C$  のよ

うに設定してもよい（ただし、mはA以外の通信エリア5内の移動局番号を示す）。

この場合、第A番目の移動局MS<sub>A</sub>よりも受信品質が高い移動局を選択することができる。基地局1の送信電力制御を行う場合、基地局1からの送信電力は第A番目の移動局MS<sub>A</sub>よりも低く設定することが可能であり、移動局MS<sub>A</sub>に対する与干渉を低減できる。

次に、既に割当てられた移動局MS<sub>A</sub>でのチャネル推定値 $h^A(j, k)$ と、第1段階で選択された移動局間のチャネル推定値 $h^m(j, k)$ との空間相関係数SC(m, A)を（式5）あるいは（式6）を用いて算出する。ここで、\*は複素共役を示す。ここで、mは、第1段階で選択された移動局の番号を示す。

$$SC(m, A) = \frac{1}{N_s(m)N_s(A)N_t} \sum_{j_A=1}^{N_s(A)} \sum_{j_m=1}^{N_s(m)} \sum_{k=1}^{N_t} \frac{[h^m(j_m, k)]^* h^A(j_A, k)}{\sqrt{h^m(j_m, k)} \sqrt{h^A(j_A, k)}} \quad (5)$$

$$SC(m, A) = \max_{j_A \in N_s(A), j_m \in N_s(m)} \frac{1}{N_t} \sum_{k=1}^{N_t} \frac{[h^m(j_m, k)]^* h^A(j_A, k)}{\sqrt{h^m(j_m, k)} \sqrt{h^A(j_A, k)}} \quad (6)$$

第1段階で選択された全ての対象移動局MS<sub>m</sub>に対し、（式5）または（式6）による空間相関係数の演算を空間多元接続評価基準算出手段202において行い、第A番目の移動局MS<sub>A</sub>に対し、最も空間相関SC(m, A)が低い移動局MS<sub>m</sub>が、所定の空間相関係数値を下回っているか否かを判定する（ステップS307）。下回っている場合、空間多元接続移動局（第B番目の移動局とする）として選択し、さらに空間多元接続移動局がSDM対応移動局2かどうかを判定する（ステップS308）。もし、SDM未対応移動局3ならば、再度、SDMA可能な移動局MS<sub>m</sub>を探索する（ステップS306）。SDM対応移動局2ならば、フィードバックされた伝搬路のチャネル推定値 $h^B(j, k)$ を用いて、ステップS305と同様な方法を用いてSDM対応処理を行う（ステップS309）。ただし、 $k=1, \dots, N_t$ であり、 $j=1, \dots, N_s(B)$ である。判定の結果、 $N_c^{(B)}$ 個の空間多重チャネル数が使用されるものとする。ただし、 $1 < N_c^{(B)} < N_s(B)$ を満たす自然数である。判定後、再度、SDMA可能な移

動局 $MS_m$ を探索する（ステップS306）。

なお、ステップS306において、既に複数の移動局 $MS_m$ が割当てられている場合に、SDMA可能な移動局 $MS_m$ を探索する際には、 $SC(m, A)$ の代わりに、（式7）に示す $MSC(m)$ を用いる。 $MSC(m)$ は、既に割当てら

5 れた移動局 $A, B, C, \dots$  に対し最大の $SC(m, k)$ を与える。ただし、 $k$ は既に割当てられた移動局 $MS_A, MS_B, MS_C, \dots$  の番号を与える。

$$MSC(m) = \max_{k=A, B, C, \dots} SC(m, k) \quad (7)$$

次に、ステップS307において、SDMA可能な移動局 $MS_m$ が存在しないと判定した場合は、それ以上の空間多元接続は行わずにSDMを行うかどうかの  
10 通知（空間多重数を通知）を含めた通信開始通知を、割当てられた所定の移動局 $MS_m$ に対して行う（ステップS310）。

次に、基地局は移動局 $MS_m$ に対する個別ユーザチャネル送信を開始する（ステップS311）。一方、所定の移動局 $MS_m$ は、基地局1からの通信開始通知を受信すると、個別ユーザチャネル受信のための処理を行い（ステップS324）、  
15 その後の送信されてきた信号を個別ユーザチャネルの受信を開始する（ステップS325）。なお、SDMA割当てされた各移動局 $MS_m$ への送信電力は、所定の受信品質が得られるように送信電力制御を行う。

なお、SDM対応移動局2とSDM未対応移動局3間で、SDMAを行う場合、SDM未対応移動局3は、空間領域での干渉抑圧ができない。このため、SDM  
20 未対応移動局3は目標とする受信品質をSDM対応移動局2よりも高く設定することにより、SDMA時における受信品質を確保することができる。

以上のように、SDM移動局2とSDMA未対応移動局3とが通信エリア5内に混在する場合においても、移動局 $MS_m$ がアンテナ個別パイロット信号を用いてチャネル推定値及び受信品質情報を、基地局1側にフィードバックすることによ  
25 り、基地局1はSDMとSDMAの同時あるいはどちらか一方を組み合わせた空

間領域を用いた多重化の可能な移動局 $MS_m$ を選択することができ、空間多重を効率的に活用することができる。

次に、上記の通信割当て処理を行った後の、移動局 $MS$ 及び基地局 $BS$ における指向性制御動作について、説明を行う。

- 5 第 $n$ 番目の移動局 $MS_n$ への第 $k$ 番目の空間多重チャネルにおける送信データ系列を $S_k^n(t)$ とする（ただし、 $t$ は時刻を表す）。ここで、 $n$ は空間多元接続を行う移動局数 $N_d$ 以下の自然数、 $k$ は第 $n$ 番目の移動局 $MS_n$ に対する空間多重数 $N_c^{(n)}$ 以下の自然数である。また、 $1 \leq N_c^{(n)} < N_s^{(1)}$ である。第 $n$ 番目の移動局 $MS_n$ における第 $p$ 番目のアンテナで受信したチャネル推定値を $h^n$
- 10  $(p, m)$ とする。このチャネル推定値 $h^n(p, m)$ は、移動局 $MS_n$ から基地局 $BS$ にフィードバックされた第 $m$ 番目の基地局アンテナからのアンテナ個別パイロット信号 $AP_m(t)$ に対するものである。なお、 $m$ は基地局アンテナ数 $N_t$ 以下の自然数、 $p$ は第 $n$ 番目の移動局 $MS_n$ におけるアンテナ数 $N_s^{(n)}$ 以下の自然数である。ここで、第 $n$ 番目の移動局 $MS_n$ に対するチャネル推定行列 $H^n$ を
- 15 (式8)のように定義する。

$$H^n = \begin{bmatrix} h^n(1,1) & h^n(1,2) & \dots & h^n(1,N_t) \\ h^n(2,1) & h^n(2,2) & \dots & h^n(2,N_t) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ h^n(N_s^{(n)},1) & h^n(N_s^{(n)},2) & \dots & h^n(N_s^{(n)},N_t) \end{bmatrix} \quad (8)$$

- 図2において、ウェイト生成手段204は、(式8)に示すチャネル推定行列 $H^n$ を用いて送信ウェイトを生成する。ここで、第 $j$ 番目の空間多重チャネルに対する送信ウェイトベクトル $W_j$ は、(式9)のように、第 $j$ 番目以外のSDMAされる他ユーザ $n$ に対し、干渉を生じないビーム形成を行う。 $n$ は第 $j$ 番目を除くSDMAを行う移動局の総数 $N_d$ 以下の自然数である。また、第 $n$ 番目の移動局 $MS_n$ のみが割当てられSDMAを行わない場合は、その移動局の空間多重数が $N_c^{(n)}$ であるときは、基地局アンテナ208のうちから $N_c^{(n)}$ 個のアン
- 20

テナを選択して送信する。

$$H^n W_j = 0, (j \neq n) \quad (9)$$

なお、(式9)は移動局間の送信信号が干渉しあわない直交条件を用いているが、このほかに、(式10)で示されるような最小二乗誤差規範(MMSE: Minimum Mean Square Error)によるウェイト生成方法を用いてもよい。ここで、 $y_{nj}$ は、第j番目の移動局MS<sub>j</sub>への送信信号が、第n番目の移動局MS<sub>n</sub>で受信される信号成分である。

$$W_j = \arg \min_W \| y_{nj} - H^n W \|^2, (j \neq n) \quad (10)$$

ビーム形成部207は、ウェイト生成手段により生成された、SDM及びSDMAに用いる空間多重チャネルの総数T<sub>c</sub>に等しい数の送信ウェイトベクトル $W_j = [W_{j1}, W_{j2}, \dots, W_{jN_t}]^T$ を用いて(ただし、jは空間多重チャネルの総数T<sub>c</sub>以下の自然数、Tはベクトル転置を示す)、第j番目の空間多重チャネルの送信データ系列SCH<sup>(j)</sup>を基地局アンテナ数分(N<sub>t</sub>)だけ複製し、送信ウェイトベクトルの各要素を乗算し、基地局アンテナ208から送信する。

15 以上のように、(式9)を満足する送信ウェイトW<sub>j</sub>を生成することで、空間多重チャネル数N<sub>c</sub><sup>(A)</sup>=1である第A番目の移動局MS<sub>A</sub>に向けた送信ウェイトがW<sub>j</sub>である場合、(式11)のように表せるチャネル推定値C<sub>A</sub>で受信される。また、空間多重チャネル数N<sub>c</sub><sup>(B)</sup>>1である第B番目の移動局MS<sub>B</sub>に向けた送信ウェイトがW<sub>j</sub>、W<sub>j+1</sub>、W<sub>j+N<sub>c</sub>(B)-1</sub>である場合、(式12)のように表せる(N<sub>s</sub><sup>(B)</sup>×N<sub>c</sub><sup>(B)</sup>)次のチャネル推定行列C<sub>B</sub>で受信される。

部分空間直交化手段210は、第B番目の移動局MS<sub>B</sub>に対しSDM伝送する場合に、空間多重チャネル数N<sub>c</sub><sup>(B)</sup>>1である第B番目の移動局MS<sub>B</sub>に向けた送信ウェイトがW<sub>j</sub>、W<sub>j+1</sub>、W<sub>j+N<sub>c</sub>(B)-1</sub>であるとする、(式12)のように表せる(N<sub>s</sub><sup>(B)</sup>×N<sub>c</sub><sup>(B)</sup>)次のチャネル推定行列C<sub>B</sub>で受信される。また、  
25 予め(式13)に示すようにC<sub>B</sub>を特異値分解し、得られる特異値の大きい順に

$N_c^{(B)}$  個選択する。そして、それらの特異値  $\lambda_k$  に対応する右特異値ベクトルからなる右特異値行列  $V_s = [V_1 \ V_2 \ \dots \ V_{N_c^{(B)}}]$  を用いて、(式 1 4) に示すように空間多重チャネルのデータ系列  $S(t) = [S_1^B(t) \ S_2^B(t) \ \dots \ S_{N_c^{(B)}}^B(t)]^T$  に対し、右特異値行列  $V_s$  を左から乗算し、信号系列  $S_2(t)$  を算出する。ここで、 $k=1 \sim N_c^{(B)}$  である。ビーム形成部 2 0 7 は  $S_2(t)$  の  $N_c^{(B)}$  個の要素に対し、それぞれ送信ウエイト  $W_j, W_{j+1}, W_{j+N_c^{(B)}-1}$  を乗算する。ここで、(式 1 3) において、 $U$  はチャネル推定行列  $C_B$  の左特異値ベクトルから構成されるユニタリ行列、 $V$  はチャネル推定行列  $C_B$  の右特異値ベクトルから構成されるユニタリ行列、 $Q$  は対角成分を特異値とする対角行列である。

なお、受信部 2 2 2 は部分空間直交化手段 2 1 0 を省略する構成でも可能であり、その場合、(式 1 4) における  $V_s$  は  $N_c$  次単位行列となる。

$$H^A W_j = C_A \quad (1\ 1)$$

$$H^A [W_j \ W_{j+1} \ \dots \ W_{j+N_c(n)-1}] = C_B \quad (1\ 2)$$

$$C_B = U \tilde{E} V^H = U \begin{bmatrix} Q & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} V^H \quad (1\ 3)$$

$$S_2(t) = V_s S(t) \quad (1\ 4)$$

以上が基地局 1 の動作説明である。

次に、SDM対応移動局  $MS_n$  では  $N_c^{(n)}$  個の空間多重チャネルを分離受信するために、またSDM未対応移動局  $MS_n$  では同期検波受信のために空間多重チャネル毎に既知信号系列（以下、空間多重チャネル個別パイロット信号） $CP_k(t)$  を埋め込んで送信する。ここで、 $k$  は空間多重チャネルの総数  $T_c$  以下の自然数である。ただし、送信信号が差動符号化され、遅延検波を適用する場合は、このような空間多重チャネル個別パイロット信号の送信は不要である。

図 5 (a)、(b) は空間多重チャネル個別パイロット信号  $CP_k(t)$  の送信方法（フレーム構成）を示している。図 5 (a) は、空間多重チャネル個別パ



イロット信号系列 $A_k$  (5 0 1) の送信タイミングをずらし時分割で送信する方法を示している。アンテナ個別パイロット信号は同一のパターン、またはPN (擬似ランダム信号) 信号等による互いに直交する符号系列を用いる。図5 (b) は異なる、空間多重チャネルから互いに直交する符号系列である空間多重チャネル  
5 個別パイロット信号系列 $B_k$  (5 0 2) を用いて、符号分割多重で送信する方法を示している。また、図4 (c) で説明したように時分割送信と符号分割送信を組み合わせた方法も可能である。

次に、第 $n$ 番目のSDM対応移動局 $MS_n$ は、移動局 $MS$ における受信動作について説明する。

10 まず、 $N_s^{(n)}$  個の移動局アンテナ 2 2 1 は空間多重された高周波信号を受信する。

$N_s^{(n)}$  個の受信部 2 2 2 は、受信した $N_s^{(n)}$  個のそれぞれの高周波信号に対し、周波数変換後に直交検波によりI信号、Q信号からなる複素ベースバンド信号 $r_j^{(n)}(t)$ を $N_s^{(n)}$  個出力する。(ただし、 $j$ は $N_s^{(n)}$  以下の自然数。)

15 次に、空間多重分離手段 2 2 3 がSDM対応移動局 $MS_n$ に対する $N_c^{(n)}$  個の空間多重チャネルを分離する。

この空間多重チャネルの分離方法は、1) チャネル推定行列の逆行列を利用する方法 (ゼロフォーシング手法)、2) 最尤推定 (結合推定)、3) V-BLAST等の手法の適用が可能である。以下では、1) の方法を用いた場合の動作に  
20 ついて説明を行う。

まず、空間多重チャネルに個別に埋め込まれた空間多重チャネル個別パイロット信号 $CP_k(t)$ を用いることで、(式15) に示すようにそれぞれの空間多重チャネル毎にチャネル推定値 $h^n(j, k)$ を算出する。ここで $k$ はSDM対応移動局 $MS_n$ に向けて送信される空間多重チャネル数 $N_c^{(n)}$  個以下の自然数で  
25 ある。なお、 $*$ は複素共役演算子であり、空間多重チャネル個別パイロット信号

CP<sub>k</sub>(t)のシンボル数をN<sub>q</sub>とする。得られた空間多重チャネル毎にチャネル推定値h<sup>n</sup>(j, k)を構成要素とする(式16)に示すチャネル推定行列H<sup>n</sup>を生成し、その一般逆行列(H<sup>n</sup>)<sup>-1</sup>を受信信号ベクトルR=[r<sub>1</sub><sup>(n)</sup>(t), r<sub>2</sub><sup>(n)</sup>(t), . . . , r<sub>N<sub>s</sub>(n)</sub><sup>(n)</sup>(t)]<sup>T</sup>に左から乗算することで、それぞれの空間多重

5 チャネルを分離受信する。なお、移動局MS<sub>n</sub>への空間多重数及び空間多重チャネル個別パイロット信号の種別に関しては、予め基地局BSから移動局MS<sub>n</sub>へ制御チャネル等を通じて通知がなされる。

$$h^n(j, k) = \sum_{t=1}^{N_q} CP_k^*(t) r_j^{(n)}(t) \quad (15)$$

$$H^n = \begin{bmatrix} h^n(1,1) & h^n(1,2) & \dots & h^n(1, N_c^{(n)}) \\ h^n(2,1) & h^n(2,2) & \dots & h^n(2, N_c^{(n)}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h^n(N_s^{(n)}, 1) & h^n(N_s^{(n)}, 2) & \dots & h^n(N_s^{(n)}, N_c^{(n)}) \end{bmatrix} \quad (16)$$

10 なお、空間多重分離の別な方法として、第B番目の移動局MS<sub>B</sub>に対しSDM伝送する場合に、部分空間直交化手段210を用いたとき、(式13)に示すようにC<sub>B</sub>の特異値分解で得られる特異値から大きい順にN<sub>c</sub>個選択し、それらの特異値に対応する左特異値ベクトルからなる右特異値行列U<sub>s</sub>=[U<sub>1</sub> U<sub>2</sub>, . . . , U<sub>N<sub>c</sub>(B)</sub>]を用いて、その複素共役転置した行列(U<sub>s</sub>)<sup>H</sup>を受信信号ベクトル

15 R=[r<sub>1</sub><sup>(B)</sup>(t), r<sub>2</sub><sup>(B)</sup>(t), . . . , r<sub>N<sub>s</sub>(B)</sub><sup>(B)</sup>(t)]<sup>T</sup>に左から乗算する方法がある。これにより、それぞれの空間多重チャネルを分離受信することができる。この場合、予め右特異値行列U<sub>s</sub>を移動局MS<sub>B</sub>に対し通信回線を介して通知しておく。また、この方法を用いる場合、伝搬チャネル変動補償も同時に行われるため、空間多重チャネル個別パイロット信号の送信は不要となる利点がある。

20 なお、移動局MS<sub>n</sub>への空間多重数及び空間多重チャネル個別パイロット信号の種別に関しては、予め基地局BSから移動局MS<sub>n</sub>へ制御チャネル等を通じて通知がなされる。

次に、SDM未対応移動局MS<sub>1</sub>の受信動作について説明する。

受信部 222 は、アンテナにより受信された高周波信号を適宜周波数変換し、遅延検波、準同期検波、あるいは、同期検波を用いて、受信動作を行う。受信信号は、図示されない復号部により符号判定、復号化されユーザ送信データを復元する。なお、SDM 未対応移動局  $MS_1$  は、空間多重アクセスのため、同一干渉波成分が高くなることが予想されているが、干渉除去のために樋口他、電子情報学会技術報告 RCS 2000-134 (2000) で開示されている文献等に記載のマルチパス干渉キャンセラーを搭載することで、同一干渉成分を除去することができる。そして、除去後の受信信号を、復号部により符号判定、復号化されユーザ送信データを復元することで高品質な受信性能を得ることができる。

- 10    以上のように本実施例では、基地局 BS において SDM と SDMA が組み合わされて送信するための、移動局の割り当てを行い、その移動局は送信指向性制御方法、及び移動局における空間分離受信方法を行っている。これにより、基地局が特定の移動局との空間多重伝送とともに、伝搬環境に応じて別な移動局に対しての空間多元接続を行うことが可能となり、基地局における空間的な自由度を効率的に利用することができ、SDM または SDMA による空間多重技術及びユーザダイバーシチ効果を有効に活用し、無線通信システムの通信容量を改善することが可能になる。

- 20    なお、本実施形態をマルチキャリア伝送方式の無線通信システムに適用することも同様に可能である。この場合、1) 複数サブキャリアの内の 1 つ (例えば、中心周波数に付近のサブキャリア等) を用いて、実施例 1 と同様な動作を行いサブキャリア共通の 1 つの送信ビームを形成する方法、2) 複数サブキャリアの一部あるいは全てを用いて、実施例 1 と同様な動作、すなわち、それぞれのサブキャリア毎にチャネル推定値算出、受信品質推定を行い、基地局 1 にそれらの情報をフィードバックし、空間相関係数の算出に基づき SDM、SDMA を行う移動局
- 25     $MS_m$  の割り当てを行う方法が可能である。なお、空間相関係数算出時には、サブ

キャリア毎に、実施例 1 と同様に空間相関係数を算出し、それらの平均あるいは中央値、あるいは最大値、最小値等の代表値を最終的な空間相関係数として、移動局  $MS_m$  を割当てする。また、サブキャリア毎に送信ビームを形成する送信ビーム形成方法により、本実施例を同様に適用することができる。

- 5      なお、本実施例において、SDMあるいはSDMAをトラフィック状況に応じて、移動局  $MS_m$  の割当て処理を適応的に変化させることもできる。通信エリア 5 内に多数の移動局  $MS_m$  が存在し、呼損が所定レベルより多く発生する場合は、図 3 における SDM 対応処理（ステップ S 3 0 5、S 3 0 9）を省略する処理により、SDM よりも SDMA が可能な移動局割当てを優先することができる。この場合、同時に通信が可能な移動局数を増大できるという効果が得られる。

- 10      また、通信エリア 5 の大小（またはセル半径）に応じて、移動局  $MS_m$  の割当て処理を適応的に変化させることも可能である。この場合、マクロセルのように一般的に基地局アンテナ高が周辺建物よりも高い場合は、送受信間の見通しが確保できる通信エリア 5 内の場所率が比較的高くなるため、SDM よりも SDMA
- 15      に適した伝搬環境下となる。このため、図 3 における SDM 対応処理（ステップ S 3 0 5、S 3 0 9）を省略する処理により、SDM よりも SDMA が可能な移動局割当てを優先させる。

- 20      なお、本実施例では、基地局 1 から移動局  $MS_m$  に向けての送信（ダウンリンク）における空間多重を用いた通信方法について説明を行ったが、移動局  $MS_m$  から基地局 1 への送信（アップリンク）においても、同様に適用することが可能である。この場合、移動局  $MS_m$  の備えているアンテナ毎にアンテナ個別パイロット信号を時間分割、あるいは符号分割して基地局 1 に送信し、基地局 1 において、それぞれのアンテナ個別パイロット信号のチャネル推定値と受信品質を算出する。これにより、移動局  $MS_m$  からのそれらのフィードバック情報を用いること
- 25      となく、図 3 を用いて説明したものと同様な動作により移動局  $MS_m$  の SDM あ

るいはSDMAの割当てが可能となる。

なお、本実施例では、基地局1から移動局 $MS_m$ に向けての送信（ダウンリンク）におけるチャネル推定値及び受信品質情報は、基地局1に対し通信回線を介してフィードバックし、TDD（Time Division Duplex）

5   を用いる無線通信システムにおいては、同一周波数を伝送媒体として用いるので、伝搬路の相反性から、移動局 $MS_m$ の備えているアンテナ毎にアンテナ個別パイロット信号を時間分割、あるいは符号分割して基地局1に送信し、基地局1において、それぞれのアンテナ個別パイロット信号のチャネル推定値と受信品質を算出する。これにより、移動局 $MS_m$ からのそれらのフィードバック情報を用いる  
10   ことなく、図3を用いて説明した通信割り当て処理と同様な動作により移動局 $MS_m$ のSDMあるいはSDMAの割当てが可能となる。また、TDDにおけるアップリンクへの本実施例の適用も同様に可能である。

なお、受信品質情報として、本実施例で説明を行ったSNR等の受信品質の他に、移動局 $MS_m$ の推定移動速度、ドップラー周波数推定値等の移動局 $MS_m$ のモ  
15   ビリティに関連する評価値を組み合わせてもよい。この場合、受信品質情報のフィードバック、あるいはSDMA、またはSDM割当て処理により遅延が生じるが、所定のモビリティ以上の移動局は、SDMA、またはSDM割当て処理を行わないという判定動作を図3におけるステップS306に加えることで動作が可能となる。

## 20   （実施例2）

図6は、本発明の実施例2に係る基地局装置の構成を示す図である。本実施例では、SDM対応移動局とSDM未対応移動局がエリア内に混在している無線通信システムにおいて、SDM未対応移動局を優先して通信を行う場合の空間的なチャネルの形成方法について説明する。

25   図6に示す基地局BSの構成は、実施例1で用いた図2におけるウェイト生成

部 2 0 4 の代わりに、S D M 未対応移動局用ウエイト生成手段 6 0 1 及び S D M 対応移動局用ウエイト生成手段を設けている点が異なり、これによる送信ビーム生成方法が異なる。以下、実施例 2 と異なる部分を主に説明し、実施例 1 と同様な部分に関してはその説明を省略する。なお、実施例 1 と同様に、ダウンリンク  
 5 における空間多重を用いた移動局 M S の通信割当て処理を行った後の、移動局 M S 及び基地局 B S における指向性制御方法について説明する。

第  $n$  番目の移動局  $M S_n$  への第  $k$  番目の空間多重チャネルにおける送信データ系列を  $S_k^n(t)$  とする（ただし、 $t$  は時刻を表す）。ここで、 $n$  は空間多元接続を行う移動局数  $N_d$  以下の自然数、 $k$  は移動局  $M S_n$  に対する空間多重数  $N_c$   
 10  $^{(n)}$  以下の自然数である。また、 $1 \leq N_c^{(n)} < N_s^{(1)}$  である。第  $n$  番目の移動局  $M S_n$  の第  $p$  番目のアンテナで受信した場合のチャネル推定値を  $h^n(p, m)$  とする。このチャネル推定値  $h^n(p, m)$  は、移動局  $M S_n$  から基地局 B S にフィードバックされた第  $m$  番目の基地局アンテナ 2 0 8 からのアンテナ個別パイロット信号  $A P_m(t)$  に対するものである。なお、 $m$  は基地局アンテナ数  $N_t$  以下の自然数、 $p$  は第  $n$  番目の移動局  $M S_n$  におけるアンテナ数  $N_s^{(n)}$  以下の自然数である。ここで、第  $n$  番目の移動局  $M S_n$  に対するチャネル推定行列  $H^n$  を（式 8）のように定義する。

S D M 未対応移動局用ウエイト生成手段 6 0 1 は第  $s$  番目の S D M 未対応移動局  $M S_s$  に対する送信ウエイトベクトル  $W_s = (H^{(s)})^H$  を生成し、S D M 対応  
 20 移動局用ウエイト生成手段 6 0 2 に出力する。ただし、 $H$  は複素共役転置を表す。この送信ウエイトベクトル  $W_s$  により、第  $s$  番目の S D M 未対応移動局  $M S_s$  では、基地局 B S の複数アンテナからの複数の送信信号が最大比合成された受信信号が得られる。

S D M 対応移動局用ウエイト生成手段 6 0 2 は、S D M 対応移動局  $M S_j$  の第  
 25  $j$  番目の空間多重チャネルに対する送信ウエイトベクトル  $W_j$  が、（式 9）のよ

うに、第  $j$  番目以外の SDMA される他ユーザ  $n$  に対し、干渉を生じないビーム形成を行う。  $n$  は SDMA を行う移動局の総数  $N_d$  以下の自然数である。これにより、空間多重チャネル数  $N_c^{(A)} = 1$  である第  $A$  番目の移動局  $MS_A$  に向けた送信ウエイトが  $W_j$  である場合、(式 10) のように表せるチャネル推定値  $C_A$  で受信される。また、空間多重チャネル数  $N_c^{(B)} > 1$  である第  $B$  番目の移動局  $MS_B$  に向けた送信ウエイトが  $W_j, W_{j+1}, W_{j+N_c^{(B)}-1}$  である場合、(式 12) のように表せる  $(N_s^{(B)} \times N_c^{(B)})$  次のチャネル推定行列  $C_B$  で受信される。

ここで、部分空間直交化手段 210 は、第  $B$  番目の移動局  $MS_B$  に対し SDM 伝送する場合に、空間多重チャネル数  $N_c^{(B)} > 1$  である第  $B$  番目の移動局  $MS_B$  に向けた送信ウエイトが  $W_j, W_{j+1}, W_{j+N_c^{(B)}-1}$  であるとき、(式 12) のように表せる  $(N_s^{(B)} \times N_c^{(B)})$  次のチャネル推定行列  $C_B$  で受信される。予め(式 13) に示すように  $C_B$  を特異値分解し、得られる特異値の大きい順に  $N_c^{(B)}$  個選択し、それらの特異値  $\lambda_k$  に対応する右特異値ベクトルからなる右特異値行列  $V_s = [V_1 \ V_2 \ \dots \ V_{N_c^{(B)}}]$  を用いて、(式 14) に示すように空間多重チャネルのデータ系列  $S(t) = [S_1^B(t) \ S_2^B(t) \ \dots \ S_{N_c^{(B)}}^B(t)]^T$  に対し、右特異値行列  $V_s$  を左から乗算し、信号系列  $S_2(t)$  を算出する。ここで、 $k = 1 \sim N_c^{(B)}$  である。

次に、ビーム形成部 207 が  $S_2(t)$  の  $N_c^{(B)}$  個の要素に対し、それぞれ送信ウエイト  $W_j, W_{j+1}, W_{j+N_c^{(B)}-1}$  を乗算する。ここで、(式 13) において、 $U$  はチャネル推定行列  $C_B$  の左特異値ベクトルから構成されるユニタリ行列、 $V$  はチャネル推定行列  $C_B$  の右特異値ベクトルから構成されるユニタリ行列、 $Q$  は対角成分を特異値とする対角行列である。なお、部分空間直交化手段 210 を省略する構成でも可能であり、その場合、(式 14) における  $V_s$  は  $N_c$  次単位行列となる。

移動局  $MS_n$  での動作は、実施例 1 と同様である。

以上のように、基地局BSにおいてSDMとSDMAが組み合わせられて送信される場合について、実施例1とは異なるSDM未対応移動局へのビーム形成方法を用いる無線通信システムについて説明を行った。本実施例により、基地局はSDM未対応移動局に対しては、複数アンテナからの複数の送信信号が最大比合成される受信信号が得られる送信ビームを用いる。これにより、SDM未対応移動局への受信品質をあるレベルにおいて確保した状態で、SDMAを可能とすることができる。一方、SDM対応移動局への干渉度は増加するが、SDM対応移動局には備えた複数アンテナにより空間領域を用いた干渉除去が可能であるため、干渉に対する耐性がSDM未対応移動局よりも高い。これにより、無線通信システムとしてのスループットの減少を小さい範囲で納めることができる。

なお、本実施例をマルチキャリア伝送方式の無線通信システムに適用することも同様に可能である。この場合、1) 複数サブキャリアの内の1つ（例えば、中心周波数に付近のサブキャリア等）を用いて、サブキャリア共通の1つの送信ビームを形成する方法、2) 複数サブキャリアの一部あるいは全てを用いて、それぞれのサブキャリア毎のアンテナ個別パイロット信号に対するチャネル推定値を基に、サブキャリア毎に送信ビームを形成する送信ビーム形成方法により、本実施例を同様に適用することができる。

### (実施例3)

図7は、本発明の実施例3に係る基地局装置の構成を示す図である。本実施例において、空間多重伝送制御手段701が空間多重伝送されるチャネル間で時空間符号化を施す時空間符号化手段702を設けている点が、実施例1と異なる。

以下、実施例1と異なる空間多重制御手段701の部分を主に説明する。また、実施例1と同様にダウンリンクにおいて空間多重を用いた移動局MSの通信割当て処理を行った後の、移動局MS及び基地局BSにおける指向性制御方法について図7を用いて説明を行う。



以下、実施例 1 と同様にダウンリンクにおいて空間多重を用いた移動局 MS の通信割当て処理を行った後の、移動局 MS 及び基地局 BS における指向性制御方法について図 7 を用いて説明を行う。

第  $n$  番目の移動局  $MS_n$  への第  $k$  番目の空間多重チャネルにおける送信データ系列を  $S_k^n(t)$  とする（ただし、 $t$  は時刻を表す）。ここで、 $n$  は空間多元接続を行う移動局数  $N_d$  以下の自然数、 $k$  は移動局  $MS_n$  に対する空間多重数  $N_c^{(n)}$  以下の自然数である。また、 $1 \leq N_c^{(n)} < N_s^{(1)}$  である。第  $n$  番目の移動局  $MS_n$  の第  $p$  番目のアンテナで受信した場合のチャネル推定値を  $h^n(p, m)$  とする。このチャネル推定値  $h^n(p, m)$  は、移動局  $MS_n$  から基地局 BS にフィードバックされた第  $m$  番目の基地局アンテナ 208 からのアンテナ個別パイロット信号  $AP_m(t)$  に対するものである。なお、 $m$  は基地局アンテナ数  $N_t$  以下の自然数、 $p$  は第  $n$  番目の移動局  $MS_n$  におけるアンテナ数  $N_s^{(n)}$  以下の自然数である。ここで、第  $n$  番目の移動局  $MS_n$  に対するチャネル推定行列  $H^n$  を（式 8）のように定義する。

時空間符号化手段 702 は、図示していない所定の誤り訂正符号化処理、インターリーブ処理、変調位相平面上へのシンボルマッピング処理を施した後の、空間多重を行う移動局 MS 1 に対する送信データ系列 211 に対し、時空間符号化処理を施した空間多重チャネルのデータ系列  $S(t) = [S_1^B(t) S_2^B(t) \dots S_{N_c(B)}^B(t)]$  を出力する。時空間符号化及びその復号方法に関しては、B. Vucetic, J. Yuan, "Space-Time Coding", J. Wiley & Sons Ltd (2003) において、STBC (Space-Time Block Coding), STTC (Space-Time Trellis coding), ST Turbo TC (Space-Time Turbo Trellis Codes) 等の手法が情報開示されており、ここでは詳細説明を省略する。時空間符号化を施すことにより、伝送レートは低減するが、ダイバーシチ効果により受信品質の改善効果が得られる。

部分空間直交化手段 210 は、第  $B$  番目の移動局  $MS_B$  に対し SDM 伝送する

場合に、空間多重チャネル数  $N_c^{(B)} > 1$  である第 B 番目の移動局  $MS_B$  に向けた送信ウエイトが  $W_j, W_{j+1}, W_{j+N_c^{(B)}} - 1$  である場合、(式 1 2) のように表せる  $(N_s^{(B)} \times N_c^{(B)})$  次のチャネル推定行列  $C_B$  で受信されるが、予め (式 1 3) に示すように  $C_B$  を特異値分解し、得られる特異値の大きい順に  $N_c^{(B)}$  個選択し、それらの特異値  $\lambda_k$  に対応する右特異値ベクトルからなる右特異値行列  $V_s = [V_1 \ V_2 \ \dots \ V_{N_c^{(B)}}]$  を用いて、(式 1 4) に示すように空間多重チャネルのデータ系列  $S(t) = [S_1^B(t) \ S_2^B(t) \ \dots \ S_{N_c^{(B)}}^B(t)]^T$  に対し、右特異値行列  $V_s$  を左から乗算し、信号系列  $S_2(t)$  を算出する。ここで、 $k = 1 \sim N_c^{(B)}$  である。

- 10     なお、部分空間直交化手段 2 1 0 を省略する構成でも可能であり、その場合、(式 1 4) における  $V_s$  は  $N_c$  次単位行列となるため、この場合、図 8 に示すような空間多重伝送制御手段 8 0 1 の構成になる。

- 次に、ビーム形成部 2 0 7 が  $S_2(t)$  の  $N_c^{(B)}$  個の要素に対し、ウエイト生成手段 2 0 4 において実施例 1 と同様な動作で得られた送信ウエイト  $W_j, W_{j+1}, W_{j+N_c^{(B)}} - 1$  を乗算する。ここで、(式 1 3) において、 $U$  はチャネル推定行列  $C_B$  の左特異値ベクトルから構成されるユニタリ行列、 $V$  はチャネル推定行列  $C_B$  の右特異値ベクトルから構成されるユニタリ行列、 $Q$  は対角成分を特異値とする対角行列である。

- 一方、SDM 対応移動局  $MS_n$  では  $N_c^{(n)}$  個の空間多重チャネルを分離受信するために、また SDM 未対応移動局  $MS_n$  では同期検波受信のために空間多重チャネル毎に既知信号系列 (以下、空間多重チャネル個別パイロット信号)  $CP_k(t)$  を埋め込んで送信する。ここで、 $k$  は空間多重チャネルの総数  $T_c$  以下の自然数である。ただし、送信信号が差動符号化され、遅延検波を適用する場合は、このようなパイロット信号の送信は不要である。なお、空間多重チャネル個別パイロット信号  $CP_k(t)$  の送信方法 (フレーム構成) は実施例 1 で図 5 を用い

て説明したものと同一である。

次に、移動局MSにおける受信動作について説明する。

まず、第n番目のSDM対応移動局 $MS_n$ は、 $N_s^{(n)}$ 個の移動局アンテナ221により空間多重された高周波信号を受信する。 $N_s^{(n)}$ 個の受信部222は、  
5 受信した $N_s^{(n)}$ 個のそれぞれの高周波信号に対し、周波数変換後に直交検波によりI信号、Q信号からなる複素ベースバンド信号 $r_j^{(n)}(t)$ を $N_s^{(n)}$ 個出力する。(ただし、jは $N_s^{(n)}$ 以下の自然数。)

次に、空間多重分離手段721がSDM対応移動局 $MS_n$ に対する $N_c^{(n)}$ 個の空間多重チャネルを分離する。空間多重分離手段721は、空間多重チャネルに  
10 個別に埋め込まれた空間多重チャネル個別パイロット信号 $CP_k(t)$ を用いることで(式15)に示すようにそれぞれの空間多重チャネル毎にチャネル推定値 $h^n(j, k)$ を算出し、さらに、時空間符号化手段702において用いた時空間符号化方法に対応した復号方法を用いて送信信号を復号化し、受信データ系列722を出力する。ここでkはSDM対応移動局 $MS_n$ に向けて送信される空間  
15 多重チャネル数 $N_c^{(n)}$ 個以下の自然数である。なお、\*は複素共役演算子であり、空間多重チャネル個別パイロット信号 $CP_k(t)$ のシンボル数を $N_q$ とする。

なお、空間多重分離の別な方法として、次のようなものがある。すなわち、第B番目の移動局 $MS_B$ に対しSDM伝送する場合に、部分空間直交化手段210を用いたとき、(式13)に示すように $C_B$ の特異値分解で得られる特異値から  
20 大きい順に $N_c$ 個選択し、それらの特異値に対応する左特異値ベクトルからなる右特異値行列 $U_s = [U_1 \ U_2, \dots, U_{N_c(B)}]$ を用いて、その複素共役転置した行列 $(U_s)^H$ を受信信号ベクトル $R = [r_1^{(B)}(t), r_2^{(B)}(t), \dots, r_{N_s(B)}^{(B)}(t)]^T$ に左から乗算する。この方法により、それぞれの空間多重チャネルを分離受信することができる。この場合、予め右特異値行列 $U_s$ を移動局  
25  $MS_B$ に対し通信回線を介して通知しておく。なお、移動局 $MS_n$ への空間多重数

及び空間多重チャネル個別パイロット信号の種別に関しては、予め基地局BSから移動局MS<sub>n</sub>へ制御チャネル等を通じて通知がなされる。

SDM未対応移動局MS<sub>1</sub>に対する動作は実施例1と同様である。

- 5 以上のように本実施例では、実施例1の効果に加え、SDM対応移動局に対する空間多重送信時に時空間符号化を施すことにより、同一データを空間的に多重して送信するため、SDM対応移動局に対する伝送レートは低減するが、送信ダイバーシチ効果を加えた誤り訂正能力が付加されたことにより受信品質の改善が得られる。これにより、所要の受信品質が得られるように送信電力制御を行う場合には、送信電力低減効果が得られる。あるいは、また、送信電力が一定の場合、
- 10 所要の受信品質が得られる通信エリアを拡大する効果が得られる。

なお、本実施例において、時空間符号手段における符号化方法、符号化率を伝搬環境に応じて可変してもよく、これにより多様な伝搬環境に応じてスループットを向上することが可能となる。

- 15 なお、本実施例では、ダウンリンクにおけるSDM対応移動局に対する空間多重送信時に時空間符号化を施す例を示したが、アップリンクにおいても同様な適用が可能である。この場合、SDM対応移動局において、空間多重送信信号に対し時空間符号化を施し、基地局側では時空間符号化に応じた復号処理を適用する。

#### 産業上の利用可能性

- 20 以上のように、本発明は空間多重伝送に対応した移動局と、未対応の移動局とが通信エリア内に混在する無線通信システムに有用であり、基地局における空間的な自由度を効率的に利用し、無線通信システムの通信容量を改善するのに適している。

## 請 求 の 範 囲

1. 空間多重伝送に対応した空間多重対応移動局と、  
空間多重伝送に未対応の空間多重未対応移動局と、  
通信エリア内の空間多重伝送に割当てられた空間多重対応移動局へ空間多重伝送  
5 を行う送信データ系列に対し、前記空間多重伝送を行う伝搬路における直交性を  
高める重み付け処理を行う部分空間直交化手段と、通信エリア内の空間多元接続  
に割当てられた空間多元接続移動局に対する送信データ系列や、前記部分空間直  
交化手段の出力に対し、前記空間多重対応移動局や前記空間多元接続移動局への  
送信ビームが、同時に接続する他の移動局への干渉を低減する前記送信ビームを  
10 形成するビーム形成部と、前記送信ビームを送信する複数のアンテナとを備える  
基地局装置と  
を有する無線通信システム。
2. 前記基地局装置の前記ビーム形成部が行う、干渉を低減する前記送信ビーム  
の形成は、割当てられた空間多元接続移動局に対する前記送信データ系列や、前  
15 記部分空間直交化手段の出力から、同時に接続する他の移動局のチャネル推定行  
列に直交するように前記送信ビームを形成することを特徴とする請求の範囲第 1  
項に記載の無線通信システム。
3. 基地局装置が、空間多重対応移動局及び空間多重未対応移動局に対するチャ  
ネル推定行列及び受信品質を基に、空間多重伝送評価基準及び空間多元接続評価  
20 基準を算出するステップと、  
前記基地局装置が前記空間多重伝送評価基準により前記空間多重対応移動局を空  
間多重伝送に割当て、当該割当てられた空間多重対応移動局へ空間多重伝送を行  
う送信データ系列に対し、前記空間多重伝送を行う伝搬路における直交性を高め  
る重み付け処理を行うステップと、  
25 前記基地局装置が前記空間多元接続評価基準により前記空間多重対応移動局及び

空間多重未対応移動局を空間多元接続に割当て、当該割当てられた前記空間多元接続移動局に対する送信データ系列と、前記重み付け処理した空間多重伝送を行う送信データ系列とに対し、前記空間多重対応移動局や前記空間多元接続移動局への送信ビームが、同時に接続する他の移動局への干渉を低減する前記送信ビームを形成し、前記基地局アンテナから送信するステップと

を具備することを特徴とする無線通信方法。

4. 基地局装置がN個のアンテナからアンテナ毎に既知信号を送信するステップと、

空間多重対応移動局及び空間多重未対応移動局が、備える総数M個のアンテナ毎にN個の前記既知信号の受信結果を用いて、 $N \times M$ 個のチャネル推定値からなるチャネル推定行列を測定し、さらに受信品質を測定するステップと、

前記空間多重対応移動局及び前記空間多重未対応移動局が、通信回線を介して前記チャネル推定行列及び前記受信品質を前記基地局装置に伝送するステップとをさらに有し、

前記基地局装置の行う、干渉を低減する前記送信ビームの形成が、割当てられた前記空間多元接続移動局に対する送信データ系列と、前記重み付け処理した空間多重伝送を行う送信データ系列とから、同時に接続する他の移動局のチャネル推定行列に直交するように、前記送信ビームを形成することを特徴とする請求の範囲第3項に記載の無線通信方法。

5. 前記既知信号は、N個の基地局アンテナから相異なる符号系列を用いてアンテナ毎に時分割多重により送信されることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の無線通信方法。

6. 前記既知信号は、N個の基地局アンテナから相異なる符号系列を用いてアンテナ毎に時分割多重により送信されることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の無線通信方法。

7. 前記既知信号は、N個の基地局アンテナから相異なる符号系列を用いてアンテナ毎に符号分割多重により送信されることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の無線通信方法。

8. 前記既知信号は、N個の基地局アンテナから相異なる符号系列を用いてアンテナ毎に符号分割多重により送信されることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の無線通信方法。

9. 前記既知信号は、N個の基地局アンテナから相異なる符号系列を用いてアンテナ毎に時分割多重と符号分割多重との組み合わせにより送信されることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の無線通信方法。

10. 10. 前記既知信号は、N個の基地局アンテナから相異なる符号系列を用いてアンテナ毎に時分割多重と符号分割多重との組み合わせにより送信されることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の無線通信方法。

11. 空間多重対応移動局及び空間多重未対応移動局が、備える総数M個のアンテナ毎に既知信号を基地局装置に送信するステップと、

15 前記基地局装置が複数N個の基地局アンテナ毎に前記既知信号を受信し、受信した前記既知信号を基にN×M個のチャネル推定値からなるチャネル推定行列を測定し、さらに受信品質を測定するステップと、

前記基地局装置が前記チャネル推定行列及び前記受信品質を基に空間多重伝送評価基準及び空間多元接続評価基準を算出するステップと、

20 前記基地局装置が前記空間多重伝送評価基準により前記空間多重対応移動局を空間多重伝送に割当て、当該割当てられた空間多重対応移動局へ空間多重伝送を行う送信データ系列に対し、前記空間多重伝送を行う伝搬路における直交性を高める重み付け処理を行うステップと、

25 前記基地局装置が前記空間多元接続評価基準により前記空間多重対応移動局及び空間多重未対応移動局を空間多元接続に割当て、当該割当てられた前記空間多元

接続移動局に対する送信データ系列と、前記重み付け処理した空間多重伝送を行う送信データ系列とに対し、前記空間多重対応移動局や前記空間多元接続移動局への送信ビームが、同時に接続する他の移動局への干渉を低減する前記送信ビームを形成し、前記基地局アンテナから送信するステップと

5    を具備する無線通信方法。

1 2. 前記基地局が行う、干渉を低減する前記送信ビームの形成は、割当てられた前記空間多元接続移動局に対する送信データ系列と、前記重み付け処理した空間多重伝送を行う送信データ系列とから、同時に接続する他の移動局のチャネル推定行列に直交するように、前記送信ビームを形成することを特徴とする請求の

10    範囲第 1 1 項に記載の無線通信方法。

1 3. 前記受信品質として、受信信号電力対雑音電力比、受信信号電力対干渉電力比、及び受信電力のいずれかを用いることを特徴とする請求の範囲第 3 項に記載の無線通信方法。

1 4. 前記受信品質として、受信信号電力対雑音電力比、受信信号電力対干渉電力比、及び受信電力のいずれかを用いることを特徴とする請求の範囲第 1 1 項に記載の無線通信方法。

1 5. 前記受信品質として、受信信号電力対雑音電力比、及び移動局の移動速度とフェージング周波数推定値とのいずれか一方を用いることを特徴とする請求の範囲第 3 項に記載の無線通信方法。

20    1 6. 前記受信品質として、受信信号電力対雑音電力比、及び移動局の移動速度とフェージング周波数推定値とのいずれか一方を用いることを特徴とする請求の範囲第 1 1 項に記載の無線通信方法。

1 7. 前記空間多重伝送評価基準を算出するステップは、所定の受信品質を満たす空間多重対応移動局を選択するステップと、

25    選択された前記空間多重対応移動局の内、前記空間多重対応移動局での異なるア



ンテナ間で得られるN個のチャネル推定値間の空間相関係数を基に空間多重伝送数を決定するステップと

からなることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の無線通信方法。

18. 前記空間多重伝送評価基準を算出するステップは、所定の受信品質を満たす空間多重対応移動局を選択するステップと、

選択された前記空間多重対応移動局の内、前記空間多重対応移動局での異なるアンテナ間で得られるN個のチャネル推定値間の空間相関係数を基に空間多重伝送数を決定するステップと

からなることを特徴とする請求の範囲第11項に記載の無線通信方法。

19. 前記基地局装置は空間多元接続された前記空間多重対応移動局または前記空間多重未対応移動局への送信ビームで送信するデータ系列には予め既知である既知信号を埋め込み、

空間多元接続された前記空間多重対応移動局は、前記既知信号を基にチャネル推定値を算出し、前記チャネル推定値を基に空間多重伝送された信号を分離受信す

- ることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の無線通信方法。

20. 前記基地局装置は空間多元接続された前記空間多重対応移動局または前記空間多重未対応移動局への送信ビームで送信するデータ系列には予め既知である既知信号を埋め込み、

空間多元接続された前記空間多重対応移動局は、前記既知信号を基にチャネル推定値を算出し、前記チャネル推定値を基に空間多重伝送された信号を分離受信することを特徴とする請求の範囲第4項に記載の無線通信方法。

21. 前記空間多元接続評価基準を算出するステップは、

所定のスケジューリング手段により移動局を優先的に割当てするステップと、

前記優先割当てされた移動局以外から所定の受信品質を満たす空間多重対応移動局または空間多重未対応移動局を選択するステップと、

選択された前記空間多重対応移動局または前記空間多重未対応移動局の内、前記優先割当てされた移動局におけるアンテナで得られたチャネル推定行列との空間相関係数が最小となるアンテナを備えた移動局を選択するステップと  
からなることを特徴とする請求の範囲第 3 項に記載の無線通信方法。

- 5     2 2. 前記空間多元接続評価基準を算出するステップは、  
所定のスケジューリング手段により移動局を優先的に割当てるステップと、  
前記優先割当てされた移動局以外から所定の受信品質を満たす空間多重対応移動局または空間多重未対応移動局を選択するステップと、  
選択された前記空間多重対応移動局または前記空間多重未対応移動局の内、前記  
10   優先割当てされた移動局におけるアンテナで得られたチャネル推定行列との空間相関係数が最小となるアンテナを備えた移動局を選択するステップと  
からなることを特徴とする請求の範囲第 1 1 項に記載の無線通信方法。

- 2 3. 空間多元接続あるいは空間多重伝送する前記送信ビームを、所定の通信品質となるように電力制御することを特徴とする請求の範囲第 3 項に記載の無線通信方法。  
15

2 4. 空間多元接続あるいは空間多重伝送する前記送信ビームを、所定の通信品質となるように電力制御することを特徴とする請求の範囲第 1 1 項に記載の無線通信方法。

- 2 5. 前記基地局装置からの前記空間多重未対応移動局に対する通信品質を、前  
20   記基地局装置からの前記空間多重対応移動局に対する通信品質よりも高く設定する電力制御を行うことを特徴とする請求の範囲第 2 3 項に記載の無線通信方法。

2 6. 前記基地局装置からの前記空間多重未対応移動局に対する通信品質を、前記基地局装置からの前記空間多重対応移動局に対する通信品質よりも高く設定する電力制御を行うことを特徴とする請求の範囲第 2 4 項に記載の無線通信方法。

- 25   2 7. 前記空間多元接続評価基準は、呼損が所定値よりも大きい場合、前記空間

多重未対応移動局同士間の多元接続を優先することを特徴とする請求の範囲第 3 項に記載の無線通信方法。

28. 前記空間多元接続評価基準は、呼損が所定値よりも大きい場合、前記空間多重未対応移動局同士間の多元接続を優先することを特徴とする請求の範囲第 1

5 1 項に記載の無線通信方法。

29. 通信エリア内の空間多重伝送に割当てられた空間多重対応移動局へ空間多重伝送を行う送信データ系列に対し、前記空間多重伝送を行う伝搬路における直交性を高める重み付け処理を行う部分空間直交化手段と、

10 通信エリア内の空間多元接続に割当てられた空間多元接続移動局に対する送信データ系列と、前記部分空間直交化手段の出力とに対し、移動局への送信ビームが、同時に接続する他の移動局への干渉を低減する前記送信ビームを形成するビーム形成部と、

前記送信ビームを送信する複数のアンテナと  
を有する基地局装置。

15 30. 前記ビーム形成部が行う、干渉を低減する前記送信ビームの形成は、割当てられた空間多元接続移動局に対する前記送信データ系列や、前記部分空間直交化手段の出力から、同時に接続する他の移動局のチャネル推定行列に直交するように前記送信ビームを形成することを特徴とする請求の範囲第 29 項に記載の基地局装置。

20 31. 前記空間多重対応移動局と前記空間多重未対応移動局とが同時に空間多元接続割当てされた場合、ビーム形成部は、

前記空間多重未対応移動局に対しては最大比合成ビームを前記空間多重未対応移動局への送信ビームとし、前記空間多重対応移動局への送信ビームは、同時に接続する他の前記空間多重未対応移動局及び空間多重対応移動局への干渉を低減する  
25 ビームを形成することを特徴とする請求の範囲第 29 項に記載の基地局装置。

3 2. 前記空間多重対応移動局と前記空間多重未対応移動局とが同時に空間多元接続割当てされた場合、ビーム形成部は、

前記空間多重未対応移動局に対しては最大比合成ビームを前記空間多重未対応移動局への送信ビームとし、前記空間多重対応移動局への送信ビームは、同時に接続する他の前記空間多重未対応移動局及び空間多重対応移動局への干渉を低減するビームを形成することを特徴とする請求の範囲第30項に記載の基地局装置。

3 3. 前記ビーム形成部が行う、干渉を低減する前記送信ビームの形成は、同時に接続する他の前記空間多重未対応移動局及び空間多重対応移動局のチャネル推定行列に直交する前記送信ビームを形成することを特徴とする請求の範囲第29項に記載の基地局装置。

3 4. 前記空間多重対応移動局への送信データ系列に時空間符号化処理を行う時空間符号化手段をさらに有し、  
前記時空間符号化された送信データ系列が前記部分空間直交化手段へ出力されることを特徴とする請求の範囲第29項に記載の基地局装置。

3 5. 前記空間多重対応移動局への送信データ系列に時空間符号化処理を行う時空間符号化手段をさらに有し、  
前記時空間符号化された送信データ系列が前記部分空間直交化手段へ出力されることを特徴とする請求の範囲第30項に記載の基地局装置。

3 6. 所定の空間多重伝送評価基準及び空間多元接続評価基準を用いて、前記空間多元接続移動局と、前記空間多重対応移動局とを割当てる判定部をさらに有する請求の範囲第29項に記載の基地局装置。

3 7. 所定の空間多重伝送評価基準及び空間多元接続評価基準を用いて、前記空間多元接続移動局と、前記空間多重対応移動局とを割当てる判定部をさらに有する請求の範囲第30項に記載の基地局装置。

3 8. 所定の空間多重伝送評価基準及び空間多元接続評価基準を用いて、前記空

間多元接続移動局と、前記空間多重対応移動局とを割当てて判定部をさらに有する請求の範囲第33項に記載の基地局装置。

39. 前記空間多重伝送評価基準及び前記空間多元接続評価基準は、通信エリア内の移動局から受信するチャンネル推定値および受信品質を基に算出されることを特徴とする請求の範囲第36項に記載の基地局装置。

40. 前記空間多重伝送評価基準及び前記空間多元接続評価基準は、通信エリア内の移動局から受信するチャンネル推定値および受信品質を基に算出されることを特徴とする請求の範囲第37項に記載の基地局装置。

41. 前記空間多重伝送評価基準及び前記空間多元接続評価基準は、通信エリア内の移動局から受信するチャンネル推定値および受信品質を基に算出されることを特徴とする請求の範囲第38項に記載の基地局装置。

42. 前記空間多元接続移動局が空間多重対応移動局と空間多重未対応移動局との両方を含む場合、

前記空間多重未対応移動局に対するチャンネル推定行列の複素共役転置したものを  
用いて前記空間多重未対応移動局への送信ビームを形成し、

前記空間多重対応移動局へは、同時に接続する他の前記空間多元接続移動局のチャンネル推定行列に対し直交するように送信ビームを形成する

ことを特徴とする請求の範囲第29項に記載の基地局装置。

43. 前記空間多元接続移動局が空間多重対応移動局と空間多重未対応移動局との両方を含む場合、

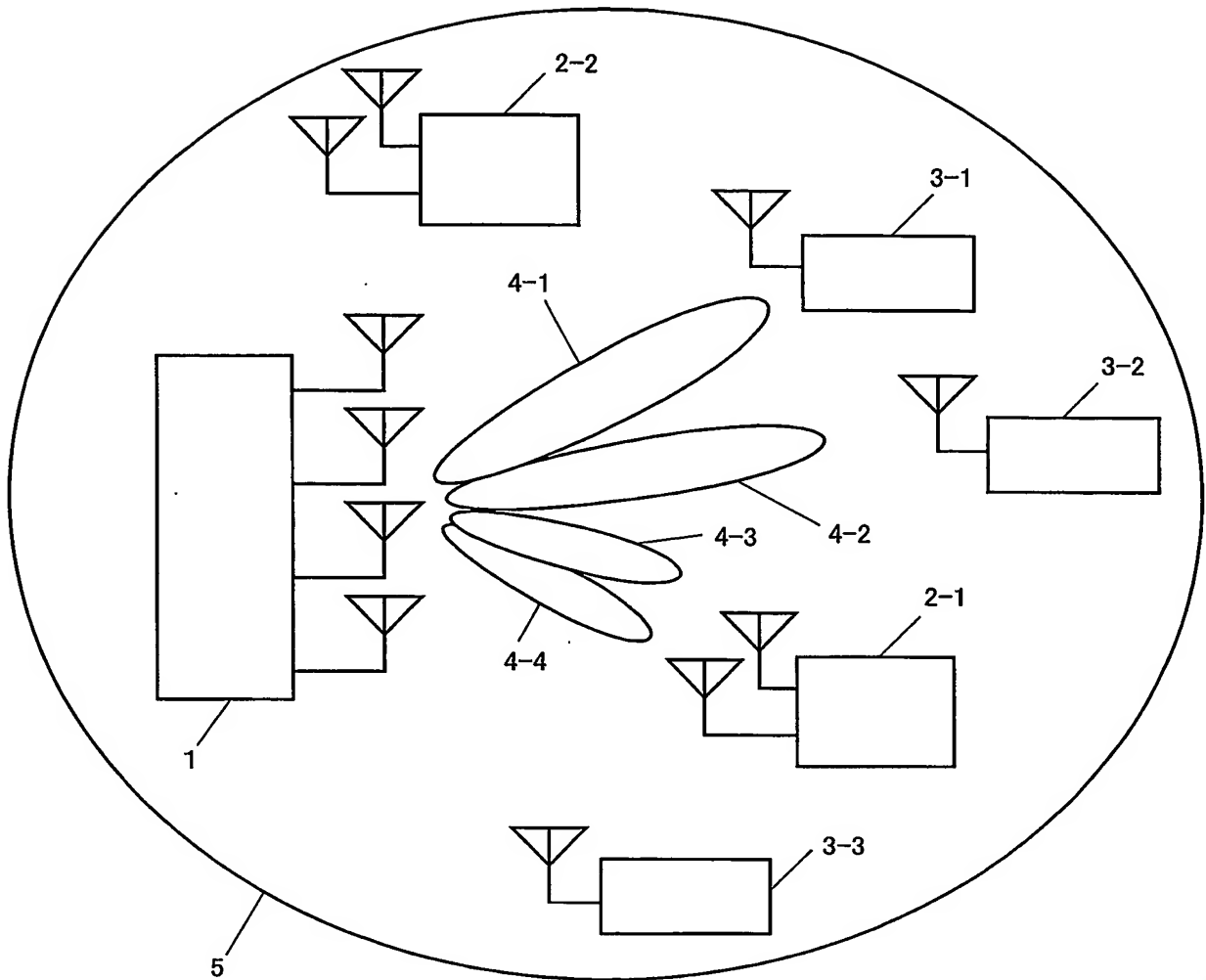
前記空間多重未対応移動局に対するチャンネル推定行列の複素共役転置したものを  
用いて前記空間多重未対応移動局への送信ビームを形成し、

前記空間多重対応移動局へは、同時に接続する他の前記空間多元接続移動局のチャンネル推定行列に対し直交するように送信ビームを形成する

ことを特徴とする請求の範囲第30項に記載の基地局装置。

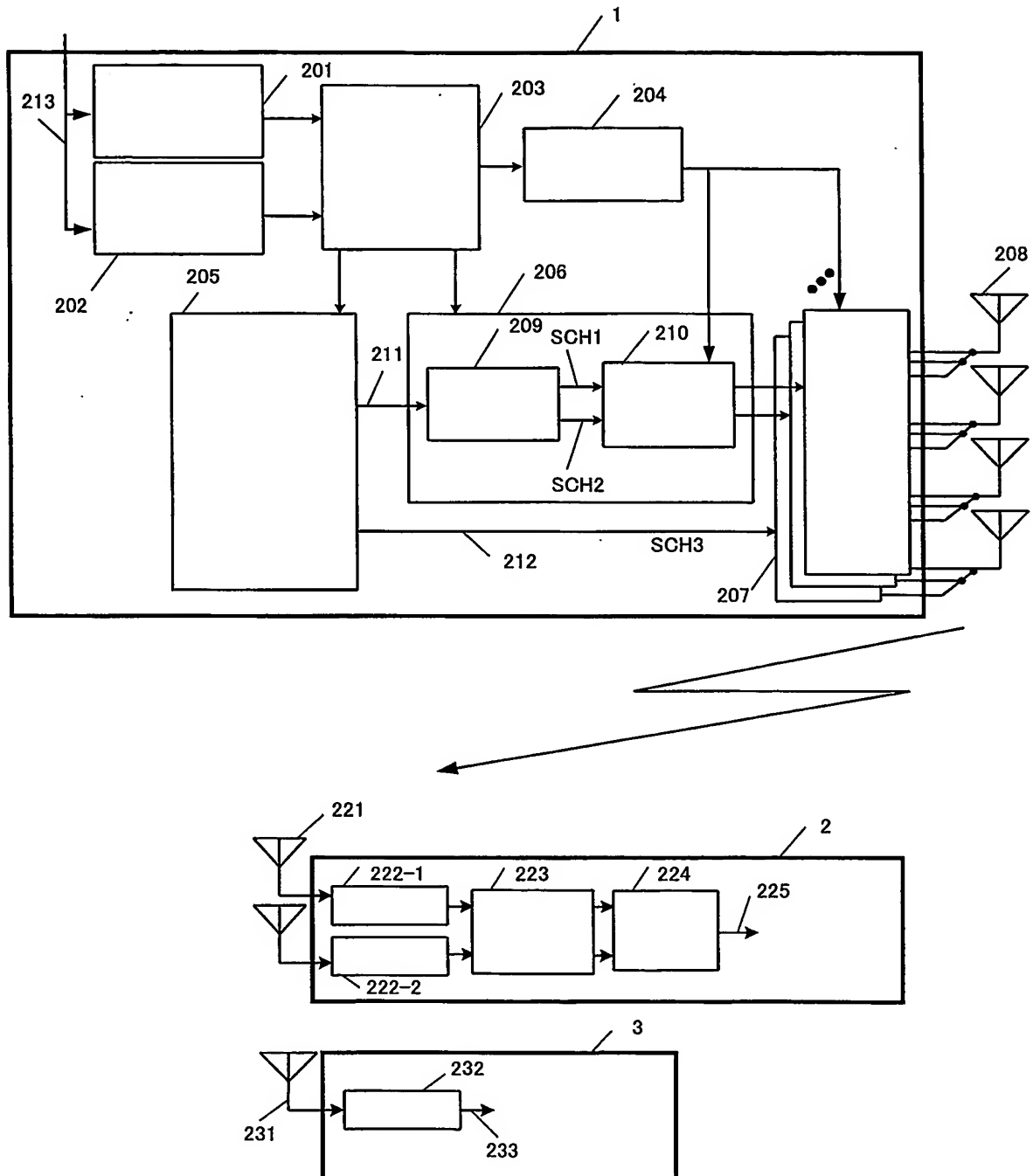
1/9

Fig.1



2/9

Fig.2



3/9

Fig.3A

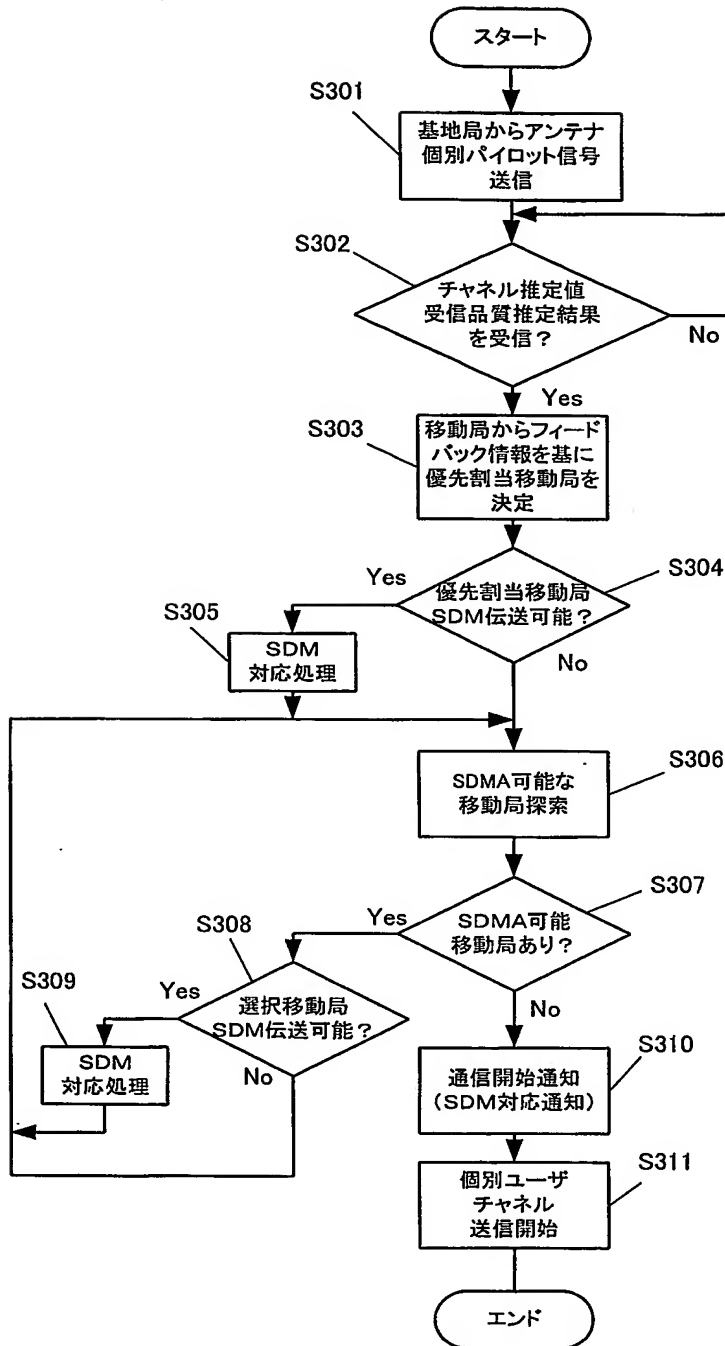


Fig.3B

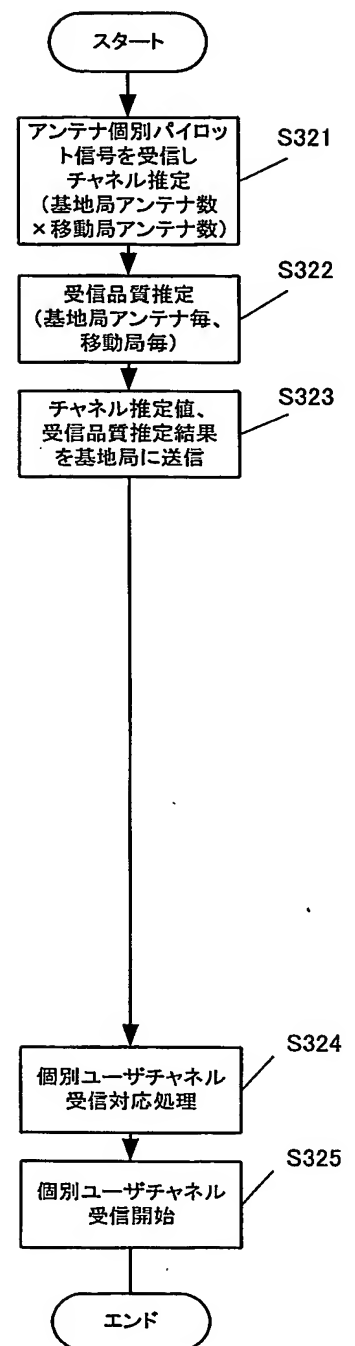




Fig.4A

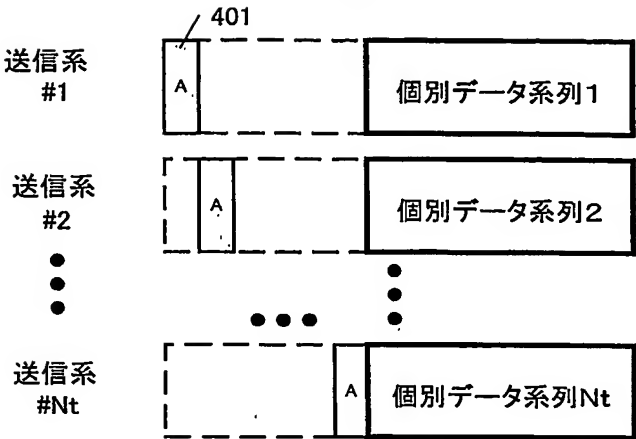


Fig.4B

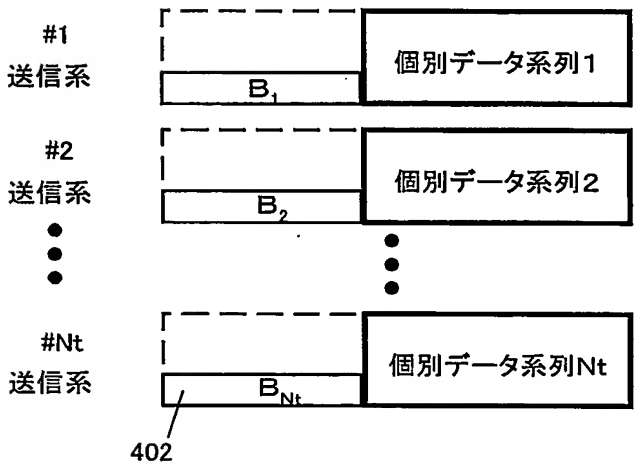
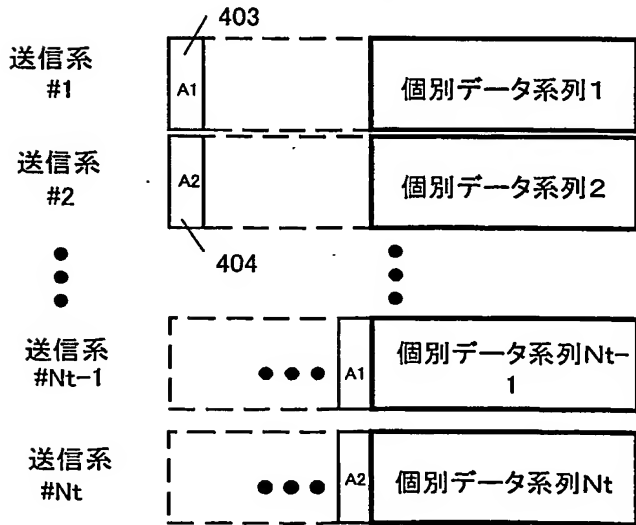


Fig.4C



5/9

Fig.5A

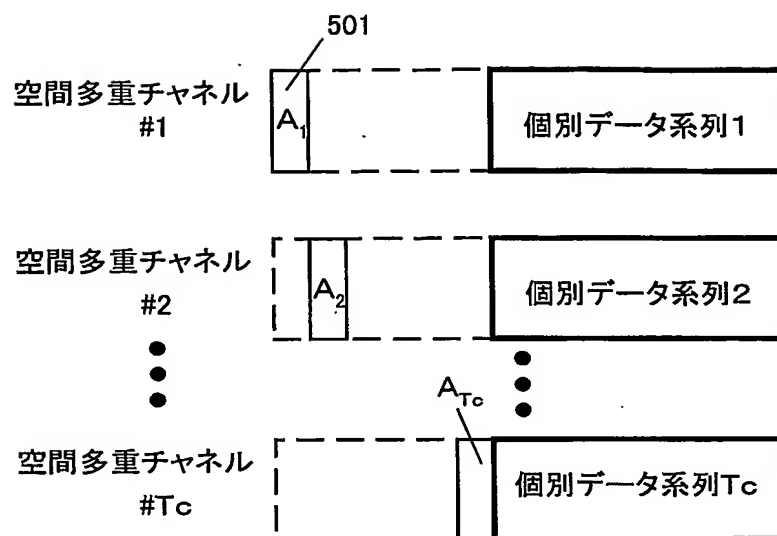
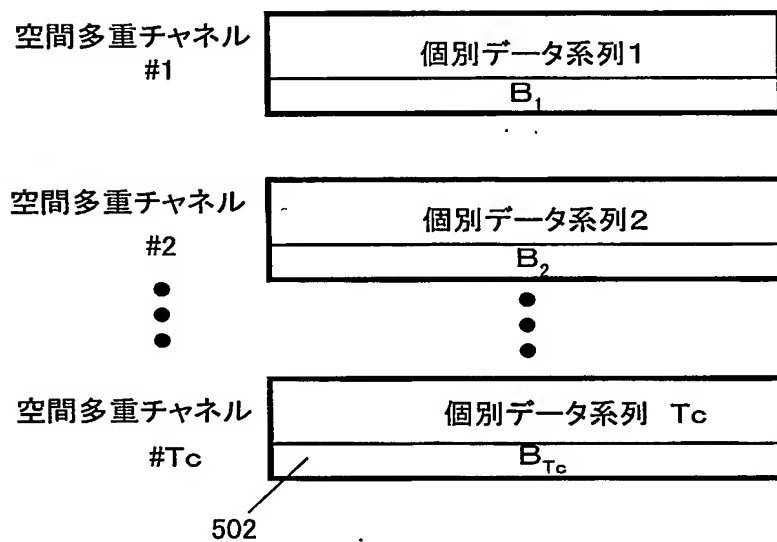


Fig.5B



6/9

Fig.6

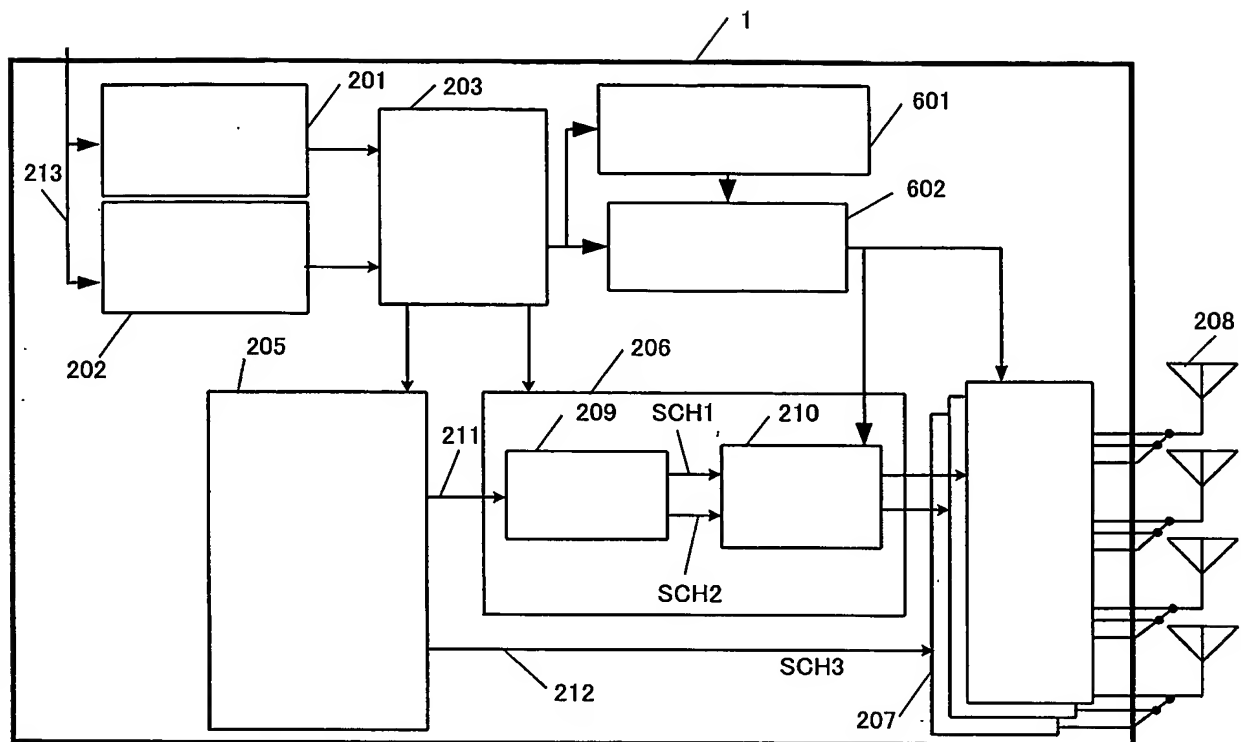


Fig.7

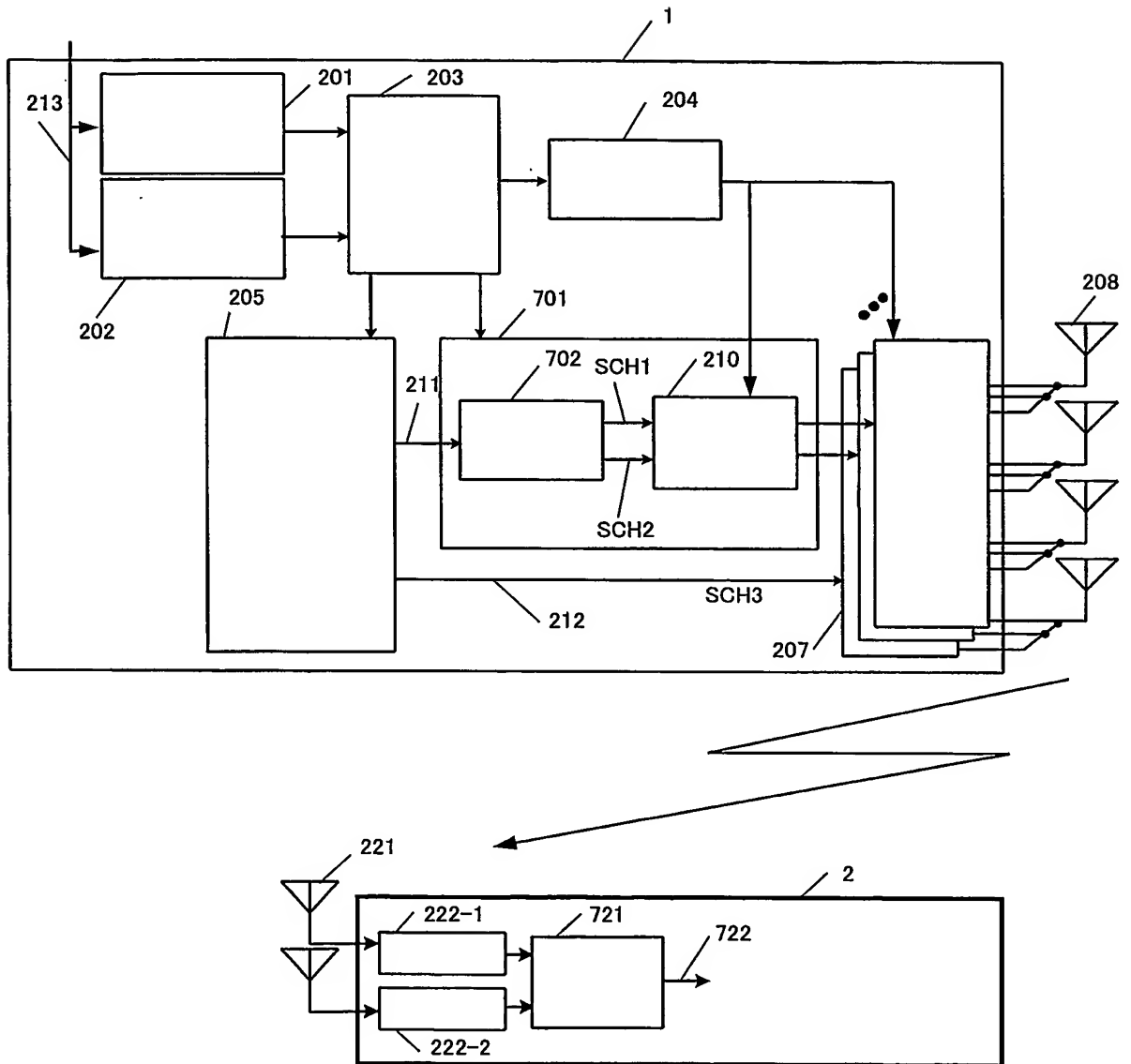
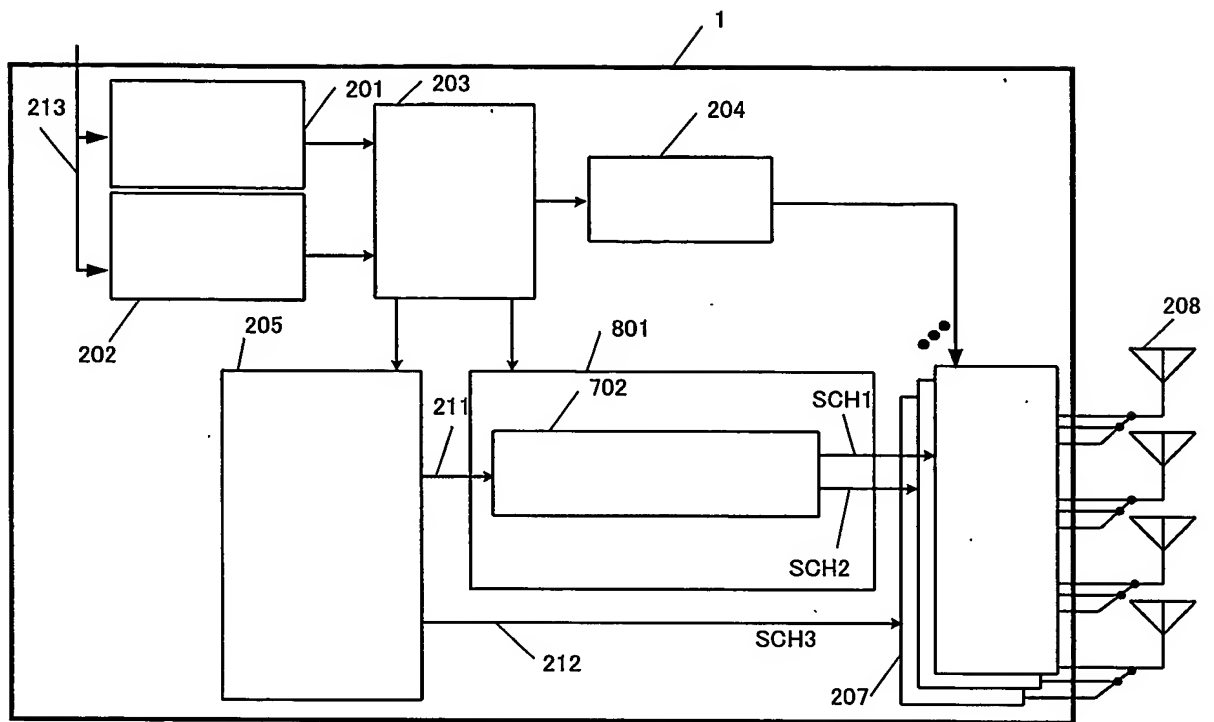


Fig.8



## 図面の参照符号の一覧表

- 1 アレーアンテナ
- 2 S D M対応移動局
- 3 S D M未対応移動局
- 4 送信ビーム
- 5 通信エリア
- 2 0 1 空間多重伝送評価基準算出手段
- 2 0 2 空間多元接続評価基準算出手段
- 2 0 3 判定手段
- 2 0 4 ウェイト生成手段
- 2 0 5 多元接続制御手段
- 2 0 6 空間多重伝送制御手段
- 2 0 7 ビーム形成部
- 2 0 8 基地局アンテナ
- 2 0 9 直並列変換手段
- 2 1 0 部分空間直交化手段
- 2 1 1、2 1 2 送信データ系列
- 2 1 3 各移動局のチャネル推定値、受信品質
- 2 2 1、2 3 1 移動局アンテナ
- 2 2 2、2 3 2 受信部
- 2 2 3、7 2 1 空間多重分離手段
- 2 2 4 データ混合手段
- 6 0 1 S D M未対応移動局用ウェイト生成手段
- 6 0 2 S D M対応移動局用ウェイト生成手段
- 7 0 1、8 0 1 空間多重伝送制御手段
- 7 0 2 時空間符号化手段

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15605

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> H04J15/00, H04B7/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H04J15/00, H04B7/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-32030 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 02 February, 1999 (02.02.99), Full text; all drawings & US 6466557 B1	1-43
A	JP 2002-198933 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 14 July, 2002 (14.07.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-43
A	JP 2001-505723 A (The Board of Trustees of the Leland Stanford Junior University), 24 April, 2001 (24.04.01), Full text; all drawings & WO 98/09381 A1 & EP 920738 A1 & US 6144711 A & US 6377631 B1	1-43

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
09 March, 2004 (09.03.04)

Date of mailing of the international search report  
23 March, 2004 (23.03.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15605

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-208889 A (Toshiba Corp.), 26 July, 2002 (26.07.02), Full text; all drawings & EP 1202587 A2 & US 2002/0051430 A1	1-43
A	JP 2002-261670 A (Kabushiki Kaisha YRP Ido Tsushin Kiban Gijutsu Kenkyusho), 13 September, 2002 (13.09.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-43
E,A	JP 2003-179567 A (NTT Docomo Inc.), 27 June, 2003 (27.06.03), Full text; all drawings & EP 1320212 A2 & US 2003/0123565 A1 & CN 1426171 A	1-43
E,A	JP 2003-249882 A (NTT Docomo Inc.), 05 September, 2003 (05.09.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-43



A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> H04J15/00, H04B7/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> H04J15/00, H04B7/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-32030 A (三洋電機株式会社), 1999.02.02 全文, 全図 &US 6466557 B1	1-43
A	JP 2002-198933 A (三洋電機株式会社), 2002.07.14 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-43

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 09.03.2004

国際調査報告の発送日

23.3.2004

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
高野 洋

5K 9647

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

## C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-505723 A (ザ ボード オブ トランス ティーズ オブ ザ リーランド スタンフォード ジュニア ユ ニバーシティー) , 2001. 04. 24 全文, 全図 &WO 98/09381 A1 &EP 920738 A1 &US 6144711 A &US 6377631 B1	1-43
A	JP 2002-208889 A (株式会社東芝) , 2002. 07. 26 全文, 全図 &EP 1202587 A2 &US 2002/0051430 A1	1-43 1-43
A	JP 2002-261670 A (株式会社ワイ・アール・ピー 移動通信基盤技術研究所) , 2002. 09. 13 全文, 全図 (ファミリーなし)	
E, A	JP 2003-179567 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ ドコモ) , 2003. 06. 27 全文, 全図 &EP 1320212 A2 &US 2003/0123565 A1 &CN 1426171 A	1-43
E, A	JP 2003-249882 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ ドコモ) , 2003. 09. 05 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-43

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**